

Lote Villa Esperanza, Soplaviento: Evaluación de amenaza de inundación



Remolcador frente a Villa Esperanza, ronda hídrica < 25 m



Ciénaga Capote, E de Villa Esperanza, en estiaje



Zonas de préstamo de materiales en lindero E de Villa Esperanza



Canal del Dique: erosión de orillares por paso de remolcadores



Niveles de inundación esperados (izquierda) e inesperados (derecha) en casco urbano de Soplaviento



Tabla de contenido

FASE I			
a. Información recolectada en la visita de campo	4		
Localización	4	Figuras	
Acceso	6	Figura 1. Localización Soplaviento	4
Drenajes	6	Figura 2. Localización Villa Esperanza	4
Vegetación	7	Figura 3. Perfiles	23
Suelos y estabilidad del suelo	7		
Servicios públicos	8		
b. Identificación de zonas de restricciones normativas, legales, ambientales o de planeación	11	Mapa 1. Zona de influencia de inundación (ZIL)	5
El EOT del Soplaviento	11	Mapa 2. Evaluación amenaza casco urbano	16
La aptitud del terreno y normatividad	11	Mapa 3. Evaluación amenaza Villa Esperanza	22
Caracterización social y económica	12	Mapa 4. Calificación de nivel de amenaza de inundación	15
c. Análisis de información secundaria	13	Tablas	
Geomorfología	13	Tabla 1. Localización de Villa Esperanza	6
Clasificación y usos del suelo	14	Tabla 2. Cobertura de servicios públicos	8
d. Cartografía utilizada	14	Tabla 3. Crecimiento poblacional de Soplaviento	13
FASE II	14	Tabla 4. Niveles proyectados de crecientes	21
e. Estudios de Amenazas	15		
Remoción en masa	15	Fotografías	
Socavación lateral	15	Foto 1 y 2	9
Ciénaga de Capote	19	Fotos 3, 4 y 5	10
FASE III	22	Fotos 6 y 7	15
f. Estudios de Riesgo	22	Fotos 8 y 9	17
Determinación de niveles medios máximos del Canal del Dique	22	Fotos 10, 11, 12 y 13	18
Diseños para manejo de amenaza y reducción de la vulnerabilidad	25	Fotos 14 y 15	19
Conclusión	26	Fotos 16, 17 y 18	20
g. Concepto final que sustenta la intervención	26		
Consideraciones legales y de normatividad	26		
Aspectos físicos e hidrológico	26		



Inundación en Arenal-San Estanislao de Kotska (frente) y Soplaviento (plano medio).

Fuente: Cardique 2011. Antecedentes ola invernal Fenómeno de La Niña (2010-2011), Canal del Dique. Problemática y soluciones de mitigación al impacto de la ola invernal en el Canal del Dique. Jurisdicción de Cardique. Cartagena, 85 p.

9. INFORMACIÓN BÁSICA PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LA GESTIÓN DEL RIESGO: ORIGEN Y DESTINO

a. Información recolectada en la visita de campo

Localización

Las localidades de origen corresponden a 260 áreas de vivienda del casco urbano de Soplaviento, población ubicada sobre la margen izquierda del Canal del Dique, frente a San Estanislao de Kotska, en el km 35 del Canal del Dique, según abscisado de COR-MAGDALENA (Universidad Nacional, 2003) y a 52 km de Cartagena por la carretera que conduce a Calamar (Sector 16 de la Ruta Nacional 25). El tejido urbano de Soplaviento está delimitado al E y SE por un jarillón perimetral de la ciénaga Capote y por el terraplén de la vía a Calamar que es una prolongación de la calle 13 del casco urbano.

Las 260 viviendas del censo REUNIDOS están dispersas por todo el tejido urbano, con la excepción del sector más antiguo levantado sobre La Loma y otros sectores elevados de los barrios Siete de Junio y Zarabanda, desarrollados recientemente al sur del tejido urbano, sobre la faja ubicada entre el Canal del Dique y el jarillón perimetral de la ciénaga Capote. No se presenta un patrón claro de agrupación de estas viviendas; en una misma calle se encuentran casas no afectadas por la inundación, aledañas a casas severamente afectadas por la inundación del 2010. La diferencia está relacionada con la altura real del piso de las casas; es común ver casas construidas sobre terrazas de hasta 0,9 m por encima del nivel de la calle (Mapa 1).

El terreno de destino denominado Urbanización Villa Esperanza, se ubica al sur de la cabecera municipal de Soplaviento, ca. 1,4 km aguas abajo del embarcadero del transbordador que la comunica con San Estanislao de Kotska (Arenal) y que sirve al tráfico regional de San Cristóbal y Calamar y corregimientos de estos municipios. Linda al S con los terrenos del Señor Juan Páez (hijo), con pastos arbolados y pastoreo de ganado; al N con casas y lotes cercados del barrio Siete de Junio; al E con los playones de la ciénaga Capote, de los cuales está separado por un cordón de bajos, derivados de zonas de préstamo y por un jarillón; al O con el jarillón carretable paralelo a la ronda del Canal del Dique y que va de Soplaviento a Mahates hacia el sur (Figura 1).

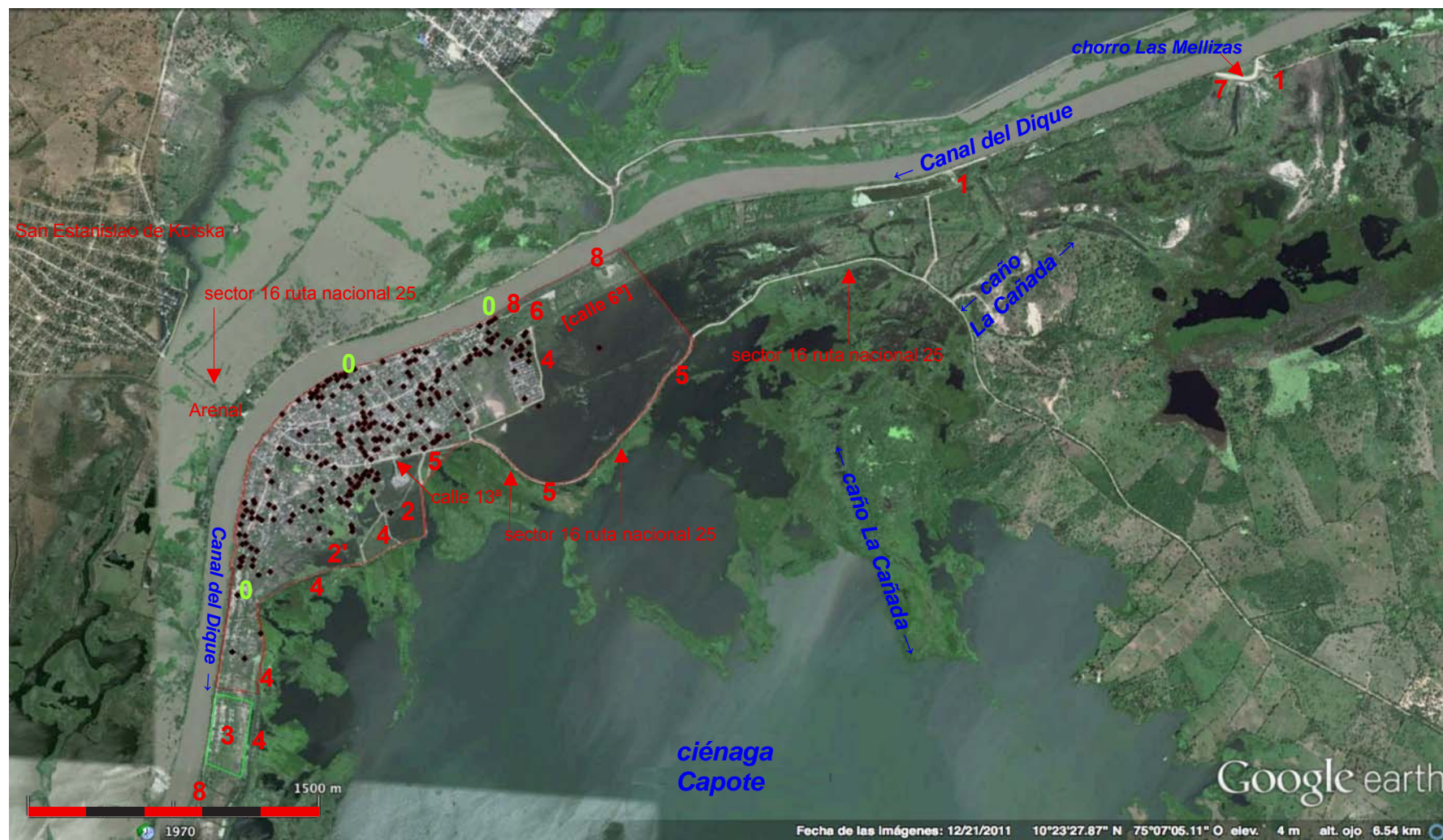


Figura 1. (izquierda). Panorámica de Soplaviento, época de máxima creciente 2010-2011. Zona urbana y locación de Villa Esperanza, sobre el jarillón recientemente adecuado como vía hacia el municipio de Mahates. Figura 2 (derecha). Localización Villa Esperanza, época de máxima creciente 2010-2011. Nótese lo angosto de la ronda del Canal, ésta incluye el jarillón recientemente adecuado como carretable.

El jarillón oriental que contuvo la creciente; el bajo en la zona de préstamo también concentró agua quizás de lluvias y nivel freático, pero no se inundó el lote por lo cual se ven bordes de playón de suelo desnudo entre el bajo y las casas. A 272 m del punto 031ECC hacia el sur se ubica boquete sobre el jarillón oriental

De acuerdo con la escritura n° 64 del 24 de septiembre de 2013 de la Notaria Única de San Estanislao de Kostka (Bolívar), el terreno previsto para el proyecto Villa Esperanza, está conformado por un cuadrilátero irregular de: 195,23 m por el N, 197,63 m por el S, 410, 63 m por el E y 362,38 m por el O¹. Con el concurso del propietario de terreno contiguo, se identificó el lindero sur, se midieron los linderos y se registraron con GPS, las coordenadas de la tabla 1 (véase también figura 2).

¹ La Escritura N° 64, describe erróneamente los linderos cuando cita al oeste la ciénaga Capote y al este el Canal del Dique, es al contrario.



Mapa 1. Zona de influencia de inundación (ZIL) del casco urbano de Soplaviento (origen, polígono con perímetro — rojo) y del lote Villa Esperanza [3] (destino, delimitado por el polígono — verde). Dos jarillones conforman un recinto alrededor del casco urbano: (i) margen izquierda del Canal del Dique [8] y (ii) perimetral de la ciénaga Capote [4] que empalma con el terraplén vial [5] de la calle 13ª (sector 16 ruta nacional 25); este recinto contiene además las zonas de expansión urbana residencial para viviendas de interés social [2] y [2'], ambas inundadas por la creciente La Niña y la zona de expansión industrial [6], adyacente y aguas arriba al casco urbano actual, sobre el Canal del Dique; esta zona yace sobre un sector más alto, está en el intradós de la curva del canal, está protegida por el jarillón [8] y por el terraplén vial de la [calle 6ª] y no fue afectada por la creciente. Estas condiciones se extienden ca. 2,1 km a lo largo del canal hacia aguas arriba; el terreno tiene un área aproximada de 39 ha y podría alojar tanto las zonas de expansión urbana residencial e industrial previstas en el EOT.

Los puntos oscuros dentro del casco urbano corresponden a las viviendas afectadas por la inundación del evento La Niña 2010-2011 e incluidas en el censo REUNIDOS. Sólo 3 viviendas [0] de las 260 del censo REUNIDOS están asentadas sobre la cota 7,04 de la creciente centenaria, todas localizadas del lado seco del jarillón occidental, a lo largo del Canal del Dique [8]. La inundación del casco urbano de Soplaviento no se originó por desborde del canal, sino por varias rompientes (llamadas *chorros* localmente) aguas arriba del casco urbano [1], la principal en la boca del caño La Cañada que desagua y alimenta la ciénaga Capote en Las Mestizas. La boca del caño no se conectaba en forma natural (subparalela) con el canal, sino perpendicular; el flujo hacia la ciénaga era controlado por compuertas que fueron destruidas por la creciente. Los niveles de la ciénaga aumentaron y el casco urbano se inundó. Con posterioridad a la inundación, se taponó esta boca del caño con un jarillón en forma de herradura [7]; estas obras temporales fueron financiadas por el Gobierno de Bolívar.

Tabla 1. Localización de Villa Esperanza

punto límite	norte	oeste
Sur por Canal del Dique	10°22'31,3"	75°08'34,8"
Norte por Canal del Dique	10°22'43,0"	75°08'32,9"
Sur por Ciénaga Capote	10°22'28,7"	75°08'27,6"
Sur por Ciénaga Capote*	10°22'29,11"	75°08'28,75"
Norte por Ciénaga Capote	10°22'42,3"	75°08'26,5"

* Según distancia en escritura por medición de distancia desde el punto sur sobre el Canal

Acceso

El área urbana de Soplaviento comprende 23 barrios², a ésta se llega desde Cartagena cruzando el canal en transbordador (ferry), desde Arenal (San Estanislao de Kotska³) en la margen derecha. También se accede desde Calamar por una vía terciaria, Sector 16 de la Ruta Nacional 25.

Al lote de Villa Esperanza, se accede a partir del parque urbano ubicado frente a la entrada al transbordador (calle 13), en dirección SE hasta la carrera 3ª y luego por esta en dirección S hasta desembocar sobre el terraplen carretable que conduce a Mahates y que pasa por el frente oeste del terreno en evaluación, aproximadamente a 1,5 km desde el parque.

Drenajes

Soplaviento fue construido en La Loma, un promontorio entre 7 y 10 m snm, en el lindero N de la calle 13 (continuación de la vía Cartagena - San Estanislao de Kotska - Calamar), a 150 m tierra adentro de la estación de transbordador que la comunica con Arenal.

Los asentamientos de La Loma se expandieron hacia las partes más bajas en dirección del Canal del Dique al O, de la ciénaga Capote al E y de los playones de ésta hacia el S y NE. La calle 13 (vía Calamar) corta dichos playones y forma una divisoria de aguas que determina direcciones de drenaje hacia el NE y S. Esos drenajes también están direccionados al O por el jarillón de la margen izquierda del Canal del Dique; éste induce drenajes hacia el E a los playones de la ciénaga Capote. No obstante, estos drenajes están limitados por la existencia de un jarillón perimetral que se une al NE al terraplén de la vía a Calamar y sobre la calle 24 con el jarillón S que corre paralelo al del Canal del Dique sobre el playón de la ciénaga Capote (Mapa 1).

Son muy pocas las acequias en las calles que facilitan el drenaje, no obstante, las aguas lluvias drenan hacia el NE y desembocan en dos canales a cielo abierto (calle 13 y carrera 22A); éstas son dirigidas a través de alcantarillas hacia bajos (zonas de préstamo) aislados por jarillones y vierten a la ciénaga Capote por boquetes abiertos por los vecinos⁴.

En el sector S, las aguas drenan hacia los bajos (zonas de préstamo), contiguos al jarillón de la ciénaga Capote, con desagües en boquetes hechos por los pobladores de acuerdo con las variaciones de niveles a uno y otro lado del jarillón.

La evaluación diacrónica muestra como las áreas pantanosas, playón de la ciénaga, han disminuido, clara evidencia de la incidencia de los jarillones en la alteración del flujo de las aguas lluvias y de crecientes. (Véase anexo 2.⁵)

Al presentarse continuidad topográfica entre el jarillón y la *ronda*⁶ del Canal de Dique con los playones⁷ de la ciénaga Capote, se presenta una pendiente hacia el E, por lo cual, si bien no se observaron cursos o flujos de aguas definidos⁸, si se registra la existen-

² Oficina de Planeación Municipal. 2012. Diagnóstico Plan de Desarrollo 2012-2015. p. 9

³ Arenal es el barrio litoral de San Estanislao de Kotska, así llamado porque fue construido sobre los materiales dragados para las rectificaciones del Canal del Dique en siglo XX

⁴ Los boquetes permiten el drenaje hacia la ciénaga si el nivel de ésta está bajo; pero durante la estación lluviosa, si el nivel de la ciénaga está alto, el boquete permite en ingreso de aguas hacia los barrios mencionados.

⁵ Anexo 2. Analisis espacio temporal geomorfológico entre los municipios de Soplaviento y San Cristóbal, en el marco del proyecto: Soplaviento: evaluación de amenaza de inundación de casco urbano y de terreno para reubicación de vivienda. Neotrópicops, mayo, 2014.

⁶ Se denomina aquí *ronda* al espacio entre el borde superior del talud del canal y el jarillón nuevo adecuado como vía carretable. Varía entre los 8 y 25 metros. Frente a Villa Esperanza fue intervenido por la maquinaria para la adecuación del jarillón como vía.

⁷ El playón corresponde a las zonas de fluctuación del espejo de agua de las ciénagas entre las épocas de sequía y lluvias.

⁸ El trabajo de campo se realizó en abril de 2014, época de máxima sequía.

cia de bajos conformados por las zonas de préstamo para el jarillón al E de la localidad Villa Esperanza⁹ y huellas de inundación en los postes de las cercas. Por otra parte, al parecer los barrios al N de Villa Esperanza [VE] se ubican sobre la divisoria de aguas entre N - S, por lo cual se presume que los drenajes en el terreno tendrían dirección S.

Vegetación

La arborización urbana en el espacio público es muy pobre; muy pocas calles tienen árboles o arbustos; los solares de las casas son muy pequeños o inexistentes. Los taludes de los jarillones y terraplenes sólo presentan vegetación sucesional espontánea del lado húmedo. Las especies comunes son: ceiba, matarratón, naranjuelo, almendro, roble. Los terrenos urbanos y periurbanos deshabitados o con viviendas semi-construidas están enmalezados.

Las áreas circundantes a los terrenos de Villa Esperanza, corresponden fundamentalmente a playones de la ciénaga Capote, con unidades de coberturas de pastos arbolados y enmalezados, cultivos de pancoger, áreas de vegetación esclerófila y espinosa, además de arbustos y matorrales sobre bordes de jarillones antiguos.

Las especies dominantes son *Prosopis juliflora* (trupillo), *Cordia dentata* (uvito), *Pithecellobium* sp (patadevaca), *Crescentia cujete* (totumo); otras especies menos abundantes son *Bulnesia arborea* (guayacán), *Tabebuia rosea* (roble), *Gyrocarpus americanus* (volador), *Crataeva tapia* (naranjuelo), *Acacia farnesiana* (aromo), *Capparis odoratissima* (olivo).

Las herbáceas más abundantes son: la *Mimosa pigra* (zarza) que forma matorrales densos e impide el crecimiento de otras especies, e. g.: nn (bulto), *Guazuma ulmifolia* (guásimo) y la hierba postrada *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga).

En la ciénaga se ubican franjas de *Eichornia crassipes* (buchón) flotante y *E. azurea* (oreja de mula) anclada, como las más cercanas al espejo de agua; otra franja de *E. azurea*, seca y pisoteada por ganado, pastos ramoneados de *Paspalum repens* (pasto), *Senna* sp (bajagua), *Heliotropium indicum* (verbena o rabo de alacrán), *Mimosa pudica* (dormilona) sobre playón seco, también en las orillas ya secas de los caños o chorros; *Neptunia oleracea* (tripa de pollo), *Ludwigia helminthorrhiza* (hierba chavarri); en los chorros o caños se encuentran grandes parches de *Typha domingensis* (enea), con *Pistia stratiotes* (lechuga de agua).

En varias partes de los playones quemados recurrentemente y en la ronda del Canal del Dique, se siembra: melón, patilla, yuca, maíz, ahuyama y ají dulce. Sobre algunos jarillones antiguos se han conformado rodales de *Prosopis juliflora* (trupillo), *Gyrocarpus americanus* (volador) y *Bulnesia arborea* (guayacán).

En el terreno de Villa Esperanza, además del área construida los lotes tienen un patio, utilizado para cultivos de pancoger (yuca, caña, papaya, coco, plátano, mango, ahuyama). Lotes no ocupados presentan algunos de los arbustos y herbáceas ya anotados, además de *Terminalia catapa* (almendros), *Ochroma lagopus* (balsos), *Gliricidia sepium* (matarratones), sembrados para sombra; hay predominio de *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga), en los lotes más cercanos a los bajos en las zonas de préstamo (áreas méticas).

Suelos y estabilidad del suelo

Todo el casco urbano de Soplaviento, incluso las áreas de expansión propuestas por los ajustes del EOT¹⁰ está construido sobre el playón de la ciénaga Capote, conformado por suelos franco arcillosos, con drenaje imperfecto, hecho que aumenta la susceptibilidad al anegamiento por aguas lluvias y escorrentía y a la inundación ya sea por desbordes del Canal del Dique o de la ciénaga Capote. La retícula urbana está casi totalmente sin pavimento y en muchos casos incluso sin afirmado; carecen de cunetas y desagües y en general está deteriorada por el tránsito vehicular¹¹. Los taludes de los terraplenes y jarillones -construidos para controlar las inundaciones- no están empedrados y carecen de vegetación protectora; sólo se encuentra vegetación sucesional espontánea del lado húmedo (frente a la ciénaga o al Canal del Dique).

Los suelos son predominantemente arenosos; no obstante se dan pequeñas diferencias entre los suelos en la zona de ronda del Canal del Dique con limos, el terreno de Villa Esperanza más arenoso, los bajos en zonas de préstamo cuarteado por la sequía y pisoteo del ganado, con notoria presencia de conchas de caracoles y bivalvos; el del playón posterior al jarillón, con suelos desnudos cubiertos de una capa blanca de salitre (sales) y blandos al pisarse. Una revisión de las imágenes de Google Earth en diferentes años, indica que esos sectores del playón se han inundando antes (12.1969, 02.2004 y 12.2011), consecuencia del incremento del

⁹ El jarillón al E del terreno para Villa Esperanza, cruza por terrenos del playón de la ciénaga Capote.

¹⁰ Ajustes aún no presentados al Concejo Municipal para su análisis y aprobación.

¹¹ El sector central construido sobre La Loma tiene algunas calles adoquinadas o con pavimento.

nivel de la ciénaga. Si se considera la alta conductividad del agua de la ciénaga ($> 400 \mu\text{S}/\text{cm}$ vs. ca. $150 \mu\text{S}/\text{cm}$ para el Canal del Dique), la presencia de suelos salinos sería consecuencia del proceso de evaporación durante la épocas de sequía.

Los afloramientos salinos son comunes en áreas sujetas a sobresaturación de agua en una época, seguida por sequía extrema en otra. El drenaje de los playones es pobre, porque el lecho de las ciénagas que incluye los playones, es arcilloso, impermeable. Durante las sequías, la concentración de sales, originada en las capas freáticas, aumenta y llega a la superficie por capilaridad y forma las costras que la gente llama *salitre* porque es exactamente eso. La vegetación (trupillo, zarza, uvito y las yerbas listadas arriba) son típicas de los “*playones salinos*” que ocurren cuando se hace tala rasa de un manglar y se interrumpe así la sucesión natural que mantiene el disclimax manglar, e. g., en el Santuario de Flora y Fauna Isla de Salamanca. Pareciera que el salitre en las inmediaciones de Villa Esperanza - Soplaviento obedece a los dos factores: (i) nivel freático salino (cuña salina del mar Caribe) (ii) tala rasa de vegetación del playón. Las altas conductividades de los bajos aledaños, cercanos al salitre, corroboran esta afirmación.

Un aspecto importante a tener en cuenta con esta situación es que las arcillas sensitivas o dispersivas y expansivas y el tenor de sal en los suelos afectan el concreto, tanto el cemento como el hierro y se requieren características especiales para las fundaciones y estructuras.¹² Los suelos salinos ocurren en depósitos fluviolacustres (Qfl). Se componen de arcillas orgánicas con niveles de limos y localmente capas de arenas finas, asociadas con valles fluvio-lacustres amplios. Son materiales moderadamente compactos.

Sobre los bordes laterales de los jarillones se presentan grietas producto de la erosión por escorrentía; en los más antiguos se presentan pequeños agujeros contruidos por pequeños reptiles. Pobladores locales comentan que el tipo de material que no se compacta ni endurece, además de que no se realiza una buena compactación conllevan a infiltraciones, erosión y socavación.

Servicios públicos

De acuerdo con la cartografía de los Ajustes al EOT 2010¹³ la cobertura de servicios en la zona urbana es como se detalla en la tabla 2.

Tabla 2. Cobertura de servicios públicos en Soplaviento¹

Servicio	Casco urbano	Villa Esperanza	Observaciones
electricidad	98%	+	Contador comunitario, alto y creciente número conexiones ilegales
acueducto	95%	-	Calidad deficiente, servicio irregular. En VE agua es tomada del Canal del Dique o comprada en el casco urbano
alcantarillado	0%	0%	Casco urbano: 40% La Loma pozo séptico 14% letrina La Loma 46 sin servicio Villa Esperanza: albergues con pozo séptico, casas nuevas sin manejo de excretas
aseo	49% La Loma	0%	51% sin servicio en CU, VE queman basura o arrojan a bajos
gas domiciliario	30% La Loma	0%	leña o gas en pipeta en VE
teléfono	30%	0%	uso extenso de celular privado y comercial informal

¹ Ajustes al EOT 2010, sin aprobación por parte del Concejo Municipal en julio de 2014

En el lote de Villa Esperanza (Invasión), se presentan líneas eléctricas antiguas y una reciente con nuevo transformador y contador para toda la comunidad; de los postes principales han derivado las líneas hacia las viviendas, así como para los alumbrados de las calles. Los pobladores se quejan porque la tensión es baja (foto 1).

El servicio de acueducto sólo llega formalmente al barrio vecino, Siete de Junio, del cual los ocupantes de la Invasión han derivado tubería para conectarse; sin embargo, debido a la topografía, la presión es muy baja por lo cual, en muchas ocasiones los residentes tienen que buscar agua del canal del Dique o ir hasta el centro de la parte urbana a comprar agua y traerla en mototaxis. Aunque existen algunos pozos sépticos, algunas actividades domésticas como el lavado de ropas botan las aguas hacia los patios o frentes de las viviendas (foto 2).

¹² Véase NSR 10 = Norma sismo resistente 2010: título C durabilidad de concreto reforzado; título E especificaciones de vivienda de 1 o 2 niveles. (Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 Bogotá D. C., Colombia. Enero de 2010)

¹³ A la fecha de elaboración de este informe (julio de 2014) estos ajustes no habían sido presentados al Concejo Municipal para su estudio. No ha sido posible verificar el estado actual (septiembre de 2015) del trámite.



Foto 1. Calle de la Invasión o Villa Esperanza, donde se observa postes de energía, árboles sembrados en cercas, moto como transporte, no hay aceras ni acequias. Se destaca el trazado de las calles y cercados de cada casa-lote.



Foto 2. Patio donde se ubican el sanitario y sitio de lavado de ropas, a la derecha albergue construido con posterioridad a la inundación de 2010 (evento La Niña 2010 - 2011).

No hay servicio de recolección de basuras, por lo cual en algunas viviendas éstas se acumulan y queman en los patios, también se ubican en la orilla del Canal y otras van a la parte trasera de la Invasión, en donde los bajos, dejados por los préstamos de materiales excavados para el jarillón, acumulan además las aguas lluvias. Las basuras se destacan por la gran cantidad de bolsas y recipientes plásticos. Para cocinar se utiliza leña o gas en cilindro que también deben ir a buscar al centro del poblado (foto 3).

Además de las actividades domésticas, ya se presentan algunos pocos sitios de recargas de minutos a celulares, preparación de gallos de pelea y una tienda (foto 4). Además de los mototaxis individuales y tipo coche para pasajeros y carga, algunos de los habitantes se movilizan en motocicletas. Aunque las calles están bien trazadas, son destapadas y carecen de andenes. Tampoco existen parques, facilidades para juegos infantiles y actividades deportivas ni espacios públicos para actividades comunitarias.

Inicialmente se tuvieron dudas acerca de la ubicación de Villa Esperanza, se creyó que era el terreno contiguo, hacia aguas abajo, a las viviendas existentes. La Alcaldía facilitó copia de la escritura donde se presentan los límites del predio. Éstos se precisaron en campo con el Señor Juan Páez, hijo del propietario del lote vecino y anterior dueño de Villa Esperanza. Con él se identificó el límite sur del lote y se tomaron con GPS las distancias referidas en la escritura y las coordenadas anotadas en la Tabla 1.



Foto 3. Albergue y patio recién limpiado, con leña como combustible para cocinar. Cercas vivas y de alambre de púas delimitan las casa-lotes.



Foto 4. Tienda en casa de material, la energía permite mantener refrigeradores; también se observa un remolque de motocicleta con pimpinas plásticas para transporte de agua. Las calles no tienen aceras ni acequias.

Así se constató que el área o predio en evaluación corresponde hoy a la llamada Invasión, ubicación de familias afectadas durante las inundaciones del evento La Niña 2010-2011. Esta área se encuentra parcelada en 15 cuadras, cada cuadra subdividida en lotes (10 m X 20 m y 8 m X 10 m).

Algunos lotes contienen los albergues, construcciones rápidas, en láminas de cartón yeso o PYL¹⁴, otros presentan construcciones en desarrollo, hay algunas casas ya construidas en bloques de concreto, otras en madera y bahareque (foto 5); también se presentan varios lotes vacíos, cubiertos de vegetación, otros no tienen cercas completas y el ganado ramonea libremente.



Foto 5. Vivienda construida en material (izquierda) y un albergue en PYL, ampliado en bahareque (derecha); lotes contiguos cercados pero sin construcciones.

Además del área construida, los lotes tienen un patio, utilizado para cultivos de pancoger (yuca, caña, papaya, mango, ahuyama, guanábana), almacenamiento de leña, quema de basuras, cría de gallinas, gallos de pelea e incluso un chavarrí; en algunos lotes hay ganado vacuno, además de burros y perros.

Algunas personas posiblemente compraron parte de los lotes iniciales, pues son la mitad de los grandes lotes iniciales, también existe un predio que abarca dos lotes grandes.

El barrio contiguo, Siete de Junio, al N de Villa Esperanza, también presenta lotes con viviendas y patios similares, cercados con maderos y alambre de púas. Las calles igualmente son destapadas, sin aceras ni colectores de aguas; a medida que se adentra en el casco urbano consolidado, las viviendas mejoran en su aspecto y materiales.

La relación de la comunidad de la Invasión con el Canal del Dique, se limita al desarrollo de actividades de recreación, baño y lavado de ropas, toma de agua para labores domésticas, navegación y aparcamiento de canoas, pero también para usos sanitarios tales como botar basuras y defecar. En este sector del Canal no se observaron actividades de pesca. La navegación es muy poca, remolcadores, dos botes a motor y el cruce de canoas de pescadores para ir a pescar a la ciénaga Grande, ubicada sobre la margen derecha del Canal.

b. Identificación de zonas de restricciones normativas, legales, ambientales o de planeación

El EOT del Soplaviento

Inicialmente se ubicó en la Internet un archivo del EOT, sobre el cual se realizaron las preguntas iniciales a los funcionarios de la Alcaldía; éstos no precisaron respuestas y por tanto llevó a verificar con ellos mismo en la Internet el documento consultado. Así, la misma Secretaría de Planeación explicó que ese documento fue elaborado pero nunca presentado por el Alcalde de turno.

Se elaboró un nuevo documento, en versión corregida por requerimientos de la Resolución n° 0647 de septiembre de 2003 de CARDIQUE, con la participación del equipo de Planeación, trabajadores de la UMATA y la Corporación Autónoma Regional del Canal del

¹⁴ PYL: placa de yeso laminado, también conocido como *dry wall* (muro seco)

Dique (CARDIQUE), para el periodo 2004-2010, fue presentado y aprobado bajo la alcaldía de la Dra. Nalcy Esther Amor Narvaez, mediante Acuerdo.

En el 2010, bajo la alcaldía del Dr. Luis Ramírez Pérez, el consultor Hernando Chaparro Sanjuan, elaboró los ajustes al EOT, contemplando entre otros los aspectos de atención y prevención de desastres, los cuales aún no se han presentado para aprobación.

A nivel urbano el EOT precisa como áreas con restricciones la franja de protección y conservación en la margen izquierda del Canal del Dique, excluye la ubicación de viviendas y desarrollo de infraestructura para cualquier uso (industrial, comercial o institucional). No obstante, esto no se cumple por cuanto el poblamiento y desarrollo del casco urbano anteceden por no menos de 70 años la expedición de la primeras normas relacionadas con las rondas hídricas¹⁵ y es por ello que en gran parte de dicha franja, se presentan viviendas con sus patios hacia el canal o viviendas muy cercanas al jarillón¹⁶.

La aptitud del terreno y normatividad

Los Ajustes del EOT -elaborados en 2010, antes de las inundaciones del evento La Niña- no establecen ninguna restricción sobre usos del suelo urbano construido. No obstante, en atención a la recurrencia de inundaciones en el pasado reciente, los ajustes al EOT limitan la propuesta de expansión urbana a solares y lotes no construidos al S, N y NE de La Loma -el sector alto de la ciudad- dentro del recinto formado por el jarillón occidental, el jarillón perimetral de la ciénaga Capote y el terraplén vial de la carretera Soplaviento – Calamar (Sector 16, Ruta Nacional 25). Véase Mapa 1. Es muy posible que próximamente esta recomendación sea revisada pues las dos áreas mayores, definidas como zona de expansión por los Ajustes del EOT, fueron severamente inundadas en el 2010; una posibilidad adicional es la incorporación del lote Villa Esperanza como zona de expansión urbana, pues no fue afectado por la inundación del evento La Niña 2010.

De acuerdo con las versiones de los funcionarios entrevistados, Dra. Siria Cueto Albor (Directora Planeación), Dr. Gustavo Montes (Director UMATA), el área en evaluación de VE se ubica dentro de la Zona Urbana y la Zona de expansión urbana es hacia el sur de la Zona urbana actual.

De acuerdo con el Mapa n° 30 General Perímetro Propuesto Expansión, del EOT 2010-2021 a escala 1:5.000, fechado octubre 2010, no es posible confirmar que la zona de la Invasión o Villa Esperanza hace parte de las áreas propuestas como de expansión, debido a que en dicha cartografía el área urbana solo llega hasta el matadero, por lo cual barrios contiguos hacia el sur, incluida la Invasión o lote de Villa Esperanza, no son incluidos.

De acuerdo con el Plan Local de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio¹⁷, la cabecera municipal de Soplaviento se encuentra a 8 m snm, es decir por arriba de cotas de inundación, sin embargo esa elevación de 8 m solo se ubica en la parte central del casco urbano (La Loma y Centro), por lo cual la gran creciente de 2010, una vez rebasó los terraplenes perimetrales, inundó gran parte del casco urbano.

Gustavo Montes, Director de la UMATA, refiere que el lote de Villa Esperanza está destinado para la construcción de viviendas y no está definido como zona de reserva natural.

La Ley 99 de 1993, el EOT y ajustes pendientes de aprobación¹⁸, rezan que debido a que las zonas marginales del Canal de Dique son de preservación y conservación en medida de 30 metros a lado y lado de la cota máxima de inundación del Canal, en la zona urbana se debe realizar reubicación de viviendas con el fin de preservar la vida y los bienes. No obstante que esto puede ser aplicable en la parte central y oriental de la cabecera municipal, para el sector de Villa Esperanza, aunque existe ronda no llega a tener dicha medida e incluye el jarillón readecuado para el carretable vial a Mahates, tras el cual se encuentran las viviendas de la Invasión (terreno para Villa Esperanza).

¹⁵ Soplaviento fue erigido municipio en 1908, aunque los asentamientos urbanos datan de 1860; mientras que la legislación ambiental relacionada con las rondas hídricas es el decreto ley 2811 de 1974.

¹⁶ La ronda hídrica, aunque no se tiene todavía una reglamentación precisa que defina y reglamente sus alcances, se asimila al lecho mayor de un cuerpo de agua, i. e., aquel hasta donde llegan las aguas de crecientes con periodo de retorno (IR) de una generación humana; estas crecientes no sobrepasan los jarillones urbanos para cuyo control precisamente fueron construidos por las autoridades municipales, departamentales o por las CAR. Por consiguiente, las áreas protegidas por los jarillones, aunque cercanas al curso de agua, deberían ser excluidas de las rondas hídricas.

¹⁷ CONSEJO MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (CMGRD). 2012. Plan Local de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio de Soplaviento, Bolívar. Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres 2012 – 2015. Soplaviento, 50 p.

¹⁸ Chaparro Sanjuan, Hernando. 2010. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Soplaviento, Bolívar. Documento Técnico. Presentado al Doctor Luis Ramírez Perez Alcalde Municipal. Soplaviento, 266 p. [pendiente de revisión y aprobación].

La versión aprobada del EOT¹⁹, refiere que para el Canal del Dique se determina una ronda de protección como franjas paralelas a la línea de máxima inundación o a los bordes, de 100 metros de anchura. Ante esto, toda la franja urbana sobre la margen del Canal –e incluso Villa Esperanza, ubicada detrás del jarillón vial– estarían incumpliendo la distancia establecida en el EOT.

Para el caso de las ciénagas, se determina una franja circundante de la línea de máxima inundación de una anchura de 30 metros. Para el caso de la ciénaga Capote, el playón es disecado por un jarillón que la separa del lote de Villa Esperanza. La máxima inundación, ocurrida con el evento de La Niña 2010-2011 alcanzó el jarillón mismo; también ocurrió con las crecientes en diciembre de 1969 y febrero de 2004; no obstante, es posible que crecientes menores, más frecuentes, no lleguen hasta este nivel, por lo cual se estaría cumpliendo con lo establecido en el EOT.

Según el EOT²⁰ dentro de las áreas de reserva y protección del municipio se encuentra el complejo cenagoso conformado por las ciénagas Capote, Tupe, Zarzal y la ensenada de Quintanilla que suman 4.324,80 ha [véase Mapa Propuesta de Zonificación Ambiental rural del EOT, versión 2010 con ajustes a ser presentados para aprobación].

Legalmente el lote VE y de acuerdo con la escritura facilitada por la Secretaría de Planeación de Soplaviento, es de propiedad del municipio y precisa que es destinado para “la realización del proyecto de construcción de vivienda de la urbanización Villa Esperanza del municipio de Soplaviento, Bolívar.”

Comentarios de un líder comunitario con conocimientos sobre el proyecto, refiere que muchas de las aproximadas 230 familias que conforman la Invasión, no son elegibles. Además de los albergues, varias familias han construido o están construyendo viviendas (abril de 2014), hecho que implicará tramites legales demorados que podrían retrasar el proyecto.

Caracterización social y económica

Cabe anotar que diversos documentos municipales, departamentales o de planeación de CARDIQUE citan la evolución de la población desde mediados de 1987 hasta el presente, con base en proyecciones de los diversos censos. El diagnóstico elaborado por la Alcaldía en 2011²¹, sintetiza los cambios y distingue tres periodos con base en la tasa calculada de crecimiento poblacional que varía entre 0,997 y 1,003 % anual. Realmente el tamaño de la población de la cabecera aumentó entre 1973 y 1997, pero no ha cambiado en más de 200 habitantes entre 1997 y 2012 (tabla 3), según la diversas proyecciones de los censos hechas por el DANE²².

Tabla 3. Crecimiento poblacional de Soplaviento desde la segunda mitad del siglo XX.

año	cabecera	resto	total
1973 ¹	5394	*	
1985 ¹	6379	*	
1993 ¹	7560	*	
1997 ²	8340		
1999 ³	8275	136	8411
2005 ⁴	7960	321	8281
2013 ⁵	8401	212	8189

¹ Neotrópicos. 1997. Características de los municipios del área de jurisdicción de CORMAGDALENA

^{2,3} Diagnóstico Municipio de Soplaviento, Plan de Desarrollo 2012-2019.

⁴ Censo 2005, DANE - Proyecciones de población con base en el censo 2005

⁵ 30 junio 2005 (proyección DANE Caracterización social y económica).

* No se precisan datos porque en ese entonces Soplaviento incluía a San Cristóbal.

¹⁹ Alcaldía de Soplaviento, 2003. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Soplaviento, Bolívar. Documento Técnico de soporte. versión corregida por requerimientos de la Resolución N°0647 de sep/003 de Cardique. Soplaviento, 103 p.

²⁰ Op. cit., Alcaldía de Soplaviento, 2003. p. 55.

²¹ Alcaldía de Soplaviento. 2011. Diagnóstico integral del municipio de Soplaviento. Tabla 5, Tasa de crecimiento 1997-2011. p 16. <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/documentos%20pdf/soplavientobolivarpd2012-2015.pdf>.

²² La población total de Soplaviento incluía hasta antes de 1996 la población urbana de San Cristóbal, elevado a partir de ese año a la categoría de municipio.

Muy posiblemente las tasas de emigración y mortalidad están en un equilibrio dinámico con las de natalidad e inmigración. Dado que actualmente se presenta demanda de vivienda – evidenciada por el crecimiento del tejido urbano por asentamientos espontáneos no planificados, e. g., barrios Zarabanda, Siete de Junio y recientemente, con posterioridad a la inundación del 2010, La Invasión, vigente en el terreno Villa Esperanza– se hipotetiza un reemplazo poblacional, motivado por empleos, oportunidades de educación, crecimiento profesional en diversos campos deportivos, etc. en los polos regionales de desarrollo: Cartagena, Barranquilla. Las viviendas así vacantes, alojan una menor población compuesta por una alta proporción de adultos mayores, éstas son inaccesibles a la población joven inmigrante. Esta evolución hipotética no está planteada en ninguno de los diagnósticos analizados. No se analizan las tendencias vigentes a decrecimiento de las tasas de natalidad y mortalidad ni a la disminución de la autosuficiencia rural por el deterioro generalizado de la base de recursos, motivo adicional para la emigración o para la proliferación de asentamientos periféricos no planificados.

De acuerdo con el Plan Local de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio²³, la zona urbana presenta estratificación social en los niveles 1, 2 y 3 y sus 20 barrios ocupan 92,5 ha, el 1% de la extensión del municipio.

Dado que el 48,7% del área municipal lo ocupan ambientes cenagosos, muchos de los pobladores se ubican en la zona urbana, presentándose allí una muy alta densidad (91 habitantes/ha) frente al área rural²⁴.

Las actividades fundamentales de la economía del municipio son la pesca debido a que la cabecera está rodeada por el complejo de ciénagas de Capote, El Tupe y Zarzal; la otra actividad es la agricultura de subsistencia en pequeñas parcelas que quedan al bajar el nivel de las aguas²⁵. En el puerto de los pescadores en la cabecera de Soplaviento se contabilizaron cerca de 65 canoas, allí se surte pescado no sólo para el pueblo mismo sino para poblaciones circunvecinas.

Como alteraciones ambientales, el mismo documento técnico de soporte, anota:

- pérdida de cauce y desviación de caños
- tala de bosques, tumba y quema (para cultivos, renovación de pastos y cacería), con la consecuente erosión
- carencia de alcantarillado y deficiente recolección y disposición de residuos sólidos

c. Análisis de información secundaria

Geomorfología

En el municipio se distinguen dos unidades geomorfológicas: colinas y planicies²⁶.

Tanto el casco urbano de origen y el lote de Villa Esperanza de destino, se ubican dentro las planicies al noroeste del municipio, paralelas al Canal del Dique desde los límites con el municipio de San Cristóbal hasta los límites con Mahates en la parte sur; su origen es sedimentario producto del material arrastrado por el Canal del Dique en el flujo hacia el complejo cenagoso. Son áreas inundadas por un período de 6 meses, pero aprovechadas para agricultura de subsistencia y la explotación de frutales y pastizales en estiaje^{27, 28}.

En este plano de inundación se encuentran formas secundarias, como diques, complejos de napas, basines, playones y orillares constituidos por sedimentos de arcilla, limo, arena y gravas de grano fino en un relieve plano cóncavo con pendientes de 0 – 3% y afectado por frecuentes inundaciones²⁹.

²³ Op. cit., CONSEJO MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (CMGRD). 2012. p. 27.

²⁴ Op. cit., Chaparro Sanjuan, Hernando. 2010. p. 136. *Nota de este estudio*: Esta realmente no es una explicación válida de la distribución espacial de la población; otras razones: culturales, de acceso a recursos y aún políticas juegan un papel importante en la definición de éstos patrones demográficos que por demás están por fuera del alcance y objetivos de este estudio

²⁵ Op. cit., Alcaldía de Soplaviento, 2003. p. 16.

²⁶ El análisis de evolución geomorfológica reciente (últimos 50 años) de las áreas afectadas por las inundaciones en la región del Canal del Dique (incluso Soplaviento) adelantadas para esta evaluación de amenaza de inundación (EAI), distinguen las siguientes unidades en el término *paisaje*: cauces activos, paleocauces, ciénagas, llanura inundable baja, llanura inundable alta antropizada, zona pantanosa de la llanura de inundación. Ver anexo 2.: Análisis espacio temporal geomorfológico entre los municipios de Soplaviento y San Cristóbal, en el marco del proyecto: Soplaviento: evaluación de amenaza de inundación de casco urbano y de terreno para reubicación de vivienda.

²⁷ Op. cit., Chaparro Sanjuan, Hernando. 2010. p. 50.

²⁸ Mapa 9 Geomorfológico, cartografía temática Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Soplaviento 2010-2019, con ajustes propuestos a ser presentados y aprobados.

²⁹ *Ibid.*, p. 50.

Clasificación y usos del suelo

Los suelos también son diferenciados dentro de dos paisajes, colina y planicie, tanto el área urbana como el sector de Villa Esperanza se ubican dentro de los paisajes de planicie ubicados al noroeste y sur del municipio, paralelos al Canal del Dique, dentro de la unidad Complejo Gambote³⁰.

Son suelos formados por procesos fluvio-marinos, conforman un relieve plano inundable o suavemente convexo, con drenaje bueno a moderado, con un proceso actual de acumulación de arcillas, limos y arenas finas sobre arcillas y margas. También playones y bajos o cubetas, diques angostos, de formas planas afectadas por avenidas del Canal del Dique; planos ligeramente cóncavos y planos ligeramente inclinados hacia las ciénagas o pantanos.

Hacia la orilla del canal se identifican los suelos aquic eufrudepts y typic fluvaquents, moderadamente profundos y superficiales, imperfecta a pobremente drenados, texturas finas a moderadamente gruesas, ácidos en superficie, alcalinos en profundidad, con saturación de bases muy altas³¹.

En la planicie lacustre la asociación de suelos typic ustifluents y typic haplustepts, muy superficiales a moderadamente profundos, pobre a moderadamente bien drenados, texturas finas y gruesas, ácidos a moderadamente alcalinos³².

d. Cartografía utilizada

En la elaboración de la cartografía para el municipio de Soplaviento se utilizaron las planchas a escala 1:25.000 del IGAC y se georeferenciaron en el programa MapGrafix ajustadas a las coordenadas MAGNA SIRGAS, para incorporar fácilmente los datos obtenidos de los diferentes levantamientos realizados con GPS en RTK. Las planchas utilizadas cubren los municipios de Soplaviento, San Cristóbal y Calamar, (PDF) y están identificadas así:

- 24-III-C (1976)
- 24-III-D (1976)
- 31-I-A (1984)
- 31-I-B (1977)
- 3- I-I-D (1977)
- 31-II-C (1977)
- 31-III-B (1977)
- 31-IV-A (1978)

Esta cartografía se complementó con las planchas escala a 1:100.000 del IGAC y las utilizadas fueron las identificadas como plancha 24 y 31. (Shape). Además se consultó exhaustivamente la cartografía desarrollada para el EOT de Soplaviento; sus características e información provista se lista en el cuadro 1³³.

³⁰ Mapa 25 Descripción de suelos, Cartografía temática Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Soplaviento 2010-2019, con ajustes propuestos a ser presentados y aprobados.

³¹ Op. cit., Chaparro Sanjuan, Hernando. 2010. p. 63.

³² Ibid., p. 63.

³³ Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Soplaviento 2010 - 20121.: Autores: Alcalde Luis Ramirez, Secretaria de planeación Arquitecta Siria Cueto A.; Consultor Hernando Chaparro; Digitalización Jimmy Pérez Pérez

Cuadro 1. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Soplaviento 2010 - 20121

n°	nombre archivo	información	
1	Amenaza y riesgo urbano	Lo urbano solo llega por el O hasta el matadero (donde se cierra el terraplen a la ciénaga), hoy en medio de nuevos barrios; por el E solo hasta el colegio de bachillerato y un pequeño barrio. Zonificación: (i) Alta amenaza de inundación y erosión, toda la mitad O de lo urbano a partir de la calle 13, así como parte del extremo E a partir de la carrera 24. (ii) Media amenaza de inundación y erosión, en la parte media del casco urbano, entre las carreras 12 y 24. (iii) Baja amenaza de inundación y erosión, solo la parte NE del parque principal al que desemboca la calle de entrada de vehículos del Ferry, entre la transversal 2 y la diagonal 10 (barrio La Loma). Por otra parte, toda la franja o ronda izquierda del Canal es catalogada como de Altísima amenaza de inundación, erosión fluvial y rompimiento de muro de contención. En el terraplen frente a la ciénaga Capote, a lo largo de la mitad oeste del casco urbano, se ubican dos tramos considerados deficientes para contener inundaciones.	Las zonas expuestas a inundación se localizan en la parte Su- roeste, norte, noreste, y sur del municipio y de todo el casco ur- bano de Soplaviento.
título de mapa	Amenazas y riesgos urbanos		Las zonas inundables con mayor énfasis son las zonas Noroes- te, centro y sureste, es menor en el Barrio La Loma parte más elevada del casco urbano.
escala	1:5.000		En el área urbana las zonas inundables se presentan en toda el área, con menor énfasis barrio La Loma, porque el área urbana es susceptible de inundación, ya que el muro de contención esta a lo largo de todo el Casco Urbano, y la vía (terraplén pavimen- tado una parte), que comunica a Soplaviento y San Cristóbal, sirve de contención de adentro hacia afuera en caso de inunda- ción del área urbana mayormente habitada, no siendo suficien- tes los canales o box culbert, para desaguar el casco en caso de emergencia.
fecha	1.9.10		
2	Amenaza y riesgo rural	Se muestra al sur del municipio la franja limítrofe con el muni- cipio de Mahates como de altísima amenaza de inundación, erosión y rompimiento de terraplen. Hacia el noreste existen áreas de canteras contaminación y erosión.	Al sobrepasar el canal su cause, se desborda e inunda amplias zonas en los departamentos de Bolívar, y Atlántico. e inundan- do las áreas adyacentes a ella: por esa influencia, los caños y ciénagas correspondientes al Municipio de Calamar, San Cris- tóbal, Soplaviento, Arroyo Hondo, Mahaates, que son interco- nectados, sobrepasan sus cotas y se desbordan produciendo inundaciones.
título de mapa	N° 22 Amenazas y riesgos rurales		El suelo urbano en sus usos, es en su totalidad mixto, residen- cial, comercial; es por ello que el E.O.T clasifica el uso futuro y direccionamiento del actual, al no contar con suelos suficien- tes, este uso se contempla mixto, reglamentado. Todas las zo- nas del área urbana se pueden considerar con mixtas, con usos compatibles de comercio pasivo (que no alteren el medio de ninguna manera, ni el sistema de vida de los habitantes del sec- tor)
escala	1:25.000		En la zona urbana (margen Izquierda del canal del Dique) se debe presentar un programa de reubicación de viviendas ya que se deben preservar la vida y los bienes, debido a que estas zonas son de preservación y conservación en medida de 30 me- tros a lado y lado de la cota máxima de inundación (ley 99 am- biental) del Canal del Dique.
fecha	1:25.000		Seis unidades de las nueve establecidas para el departamento de Bolívar.
3	Zonificación ambiental urbana	La parte urbana presenta dos zonas de expansión (vivienda de interés social, VIS), ubicadas hacia el sur, atrás de terraplenes viales, y que por tanto también requerirán otros terraplenes pe- rimetrales hacia la ciénaga Capote: (1) Más allá de de la calle 13 y entre las carreras 18 y 22, hasta la vía a San Cristobal (2) Entre las carreras 5 y 10, más allá de la calle 18.	
título de mapa	Zonificación ambiental urbana		
escala	1:5.000		
fecha	1.9.10		
4	Zonificación biofísica	Canal del Dique, ronda de mínimo 30 m de acuerdo c on la Ley 99 de 1993. Igualmente, las ciénagas deben mantener una ron- da similar.	
título de mapa	16 Zonificación biofísica		
escala	1:25.000		
fecha	1.10.10		
5	Prop Zonificación ambiental rural	Zona de protección y conservación toda la margen izquierda del Canal del Dique, así como orillas de la ciénaga Capote; franja entre borde de talud del Canal y el jarillón vial, con pas- tos no manejados, enmalezados, con rastrojos, pastos lacustres. Ganadería extensiva. Zona entre jarillones vial - ciénaga, con pastos manejados y ganadería extensiva.	
título de mapa	Zonificación ambiental rural		
escala	1:25.000		
fecha	1:25.000		
6	Perímetro actual y propuesto urbano	Zonas de expansión VIS y Agroindustrial. Muro de contención en concreto.	
título de mapa	N° 30 general. Perímetro propuesto		
escala	Expansión. Ir:5.000		
fecha	10.10		

Fase II Estudios de amenazas

Inundaciones

De acuerdo con el Plan Local de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio³⁴, en las amenazas al municipio, además de los vientos fuertes acompañados de tormentas eléctricas, se identifican las inundaciones y se resaltan cinco grandes inundaciones, en: 1970, 1976, 1986, 2007 y la última con el evento La Niña del 2010-2011, la cual traspasó todos los límites de las inundaciones anteriores. Las inundaciones son la amenaza con más alta prioridad y con una frecuencia semestral, con área de influencia tanto rural como urbana.

Igualmente, el plan anota que la alta vulnerabilidad del municipio a las inundaciones se debe a la topografía plana y ubicación en las riberas del Canal del Dique y ciénagas que ocupan buena parte del territorio municipal.

El plan anota que tanto el Canal del Dique como los cuerpos de agua están perdiendo capacidad de almacenamiento debido a procesos de colmatación, como resultado de la gran cantidad de sedimentos en las aguas que los alimentan, lo que finalmente conlleva a superar los jarillones de control de inundaciones y vías, que bordean el área urbana (la más habitada), ante cuya inundación no serían suficientes los canales y alcantarillas para desaguar el casco urbano.

Durante la crecida 2010-2011, el agua rompió el jarillón de la margen izquierda a la altura del sitio denominado Las Mestizas en cercanía de la Finca El Chorrillo, aguas arriba de Soplaviento, entró a la ciénaga de Capote y llegó a la cabecera de Soplaviento, sobrepasando los jarillones perimetrales del área urbana y provocando inundación de gran parte de los barrios (Mapa 2).

Hacia aguas abajo de este municipio, se ubican otros chorros y caños, entre ellos el de Mate o Mahate, por el cual entra agua también a la ciénaga Capote. Hoy estos chorros se encuentran obturados por los terraplenes viales; tomaron agua durante las aguas altas de la crecida del evento La Niña 2010-2011 (1,20 a 1,30 m en las huellas de inundación en árboles del jarillón), pero luego han quedado con aguas residuales y el drenaje de aguas lluvias, conforman pozas con abundantes macrófitas acuáticas que han reducido los espejos de agua; aunque los jarillones son altos 2 a 3 m, la presencia de enea (*Thypha* sp) de más de 4 a 6 metros de alto en grandes tramos, indican un estado avanzado de colmatación.

Actualmente el casco urbano y parte de la zona rural, están encerrados en medio de jarillones altos, que en algunos sectores al E conforman compartimientos o piscinas (foto 6), áreas de acumulación de aguas lluvias, con un boquete que lleva hacia el playón de la ciénaga Capote. Allí llegan aguas conducidas por algunos canales de drenaje a cielo abierto en la zona urbana y pasan a las piscinas a través de una alcantarilla con compuertas (foto 7).

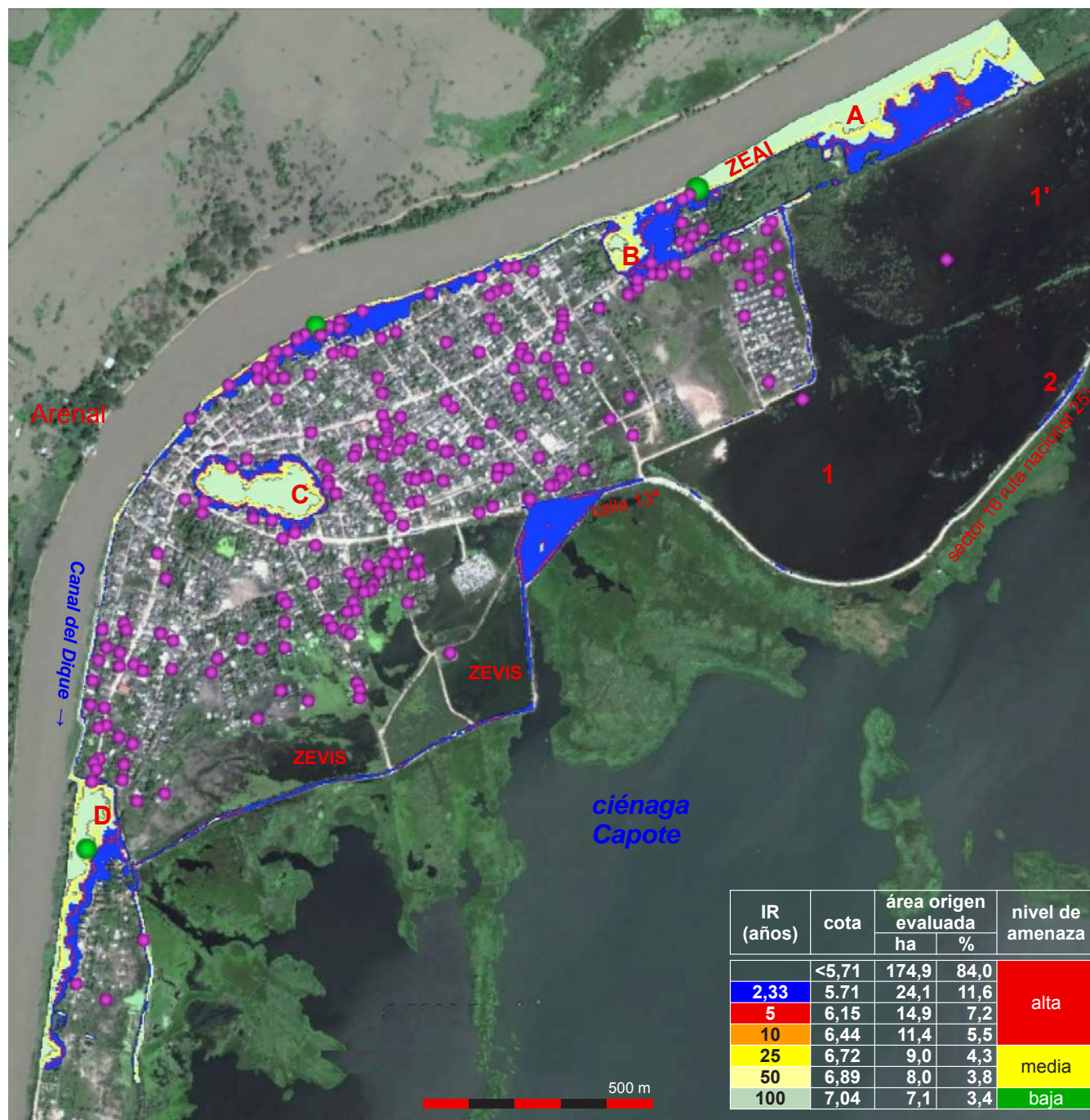


Foto 6. Jarillón perimetral urbano en el sector del cementerio y del diamante de beisbol; alcantarilla de paso hacia sector encerrado entre jarillones (izq.), con boquete al playón de la ciénaga Capote (fondo a la izq.).



Foto 7. Alcantarilla al noreste de la zona urbana a donde llegan canales urbanos para pasar a áreas de depósito de aguas (piscinas); pasaría a la ciénaga por boquete en el jarillón o por bombeo.

³⁴ Op. cit., CONSEJO MUNICIPAL PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (CMGRD). 2012. p. 26.



Mapa 2. Evaluación de amenaza de inundación, casco urbano de Soplaviento (origen), perímetro afectado por la inundación y evaluado para censo REUNIDOS; incluye: casco urbano actual según el EOT 2004, y las áreas de expansión urbana de los Ajustes al EOT 2010, en total 208 ha.

La leyenda muestra los niveles de creciente para intervalos de recurrencia desde 2,33 hasta 100 años, las áreas y porcentajes que yacen por encima de dichas cotas y el nivel de amenaza, según criterios del FONDO ADAPTACIÓN. Las áreas no coloreadas (84%) yacen por debajo de la cota de creciente con IR = 2,33 y son de *alta amenaza* de inundación; éstas incluyen los sectores bajos 1 y 1', playones de la ciénaga - Capote, aislados por el terraplén de la vía a Calamar, recogen aguas lluvias del tejido urbano. La creciente ingresó a estas áreas por un trecho bajo del terraplén vial [2].

Sólo cuatro sectores del casco urbano están construidos sobre la cota 7,04 m de la creciente centenaria: [A], [B], y [D], están localizados al pie del jarillón occidental, a lo largo del Canal del Dique; [A] aloja la zona de expansión urbana agroindustrial ZEAI propuesta en los Ajustes al EOT, 2010 y no hace parte de tejido urbano actual; [B], y [D] son barrios residenciales. [C] de uso mixto residencial - comercial, está en el centro de la ciudad, es el promontorio del barrio La Loma y el sector más antiguo, entre calles 13ª y 6ª.

En ninguno de estos sectores se encuentran casas del censo REUNIDOS [●]. Sólo tres casas del censo, ubicadas a lo largo del terraplén occidental y aledañas a las áreas de baja amenaza de inundación, yacen sobre la cota 7,04 m de la creciente centenaria [●] (códigos REUNIDOS: 598739, 357817 y 291371).

Las ZEVIS, zonas de expansión urbana, para vivienda de interés social propuesta en los Ajustes al EOT 2010, yacen bajo la cota de alta amenaza de inundación. El sector [A], con uso agropecuario, externo al perímetro urbano actual, podría ampliarse 2 km en dirección aguas arriba hasta Las Mestizas e incorporarse como *zona de expansión urbana* para usos agroindustrial y residencial de interés social.

Remoción en masa

En el Plan Local de Gestión del Riesgo de Desastres del Municipio también se identifica la erosión como amenaza geológica, con baja prioridad, una frecuencia semestral y afecta áreas urbanas y rurales. Sin embargo no incluye cartografía o esquemas que muestren la ubicación de dichos procesos y permitan precisar su relación con las áreas de origen en la zona urbana ni con el lote destino de Villa Esperanza.

Socavación lateral

Esta amenaza hace que se considere siempre en el EOT, la necesidad de tener un muro de contención a lo largo del límite N del área urbana con la orilla izquierda del canal, sobre la cual llega el agua del mismo antes de tomar la curva frente a Arenal (San Estanislao). Actualmente el jarillón allí, aunque alto, presenta en gran parte taludes de pendientes moderadas, algunas ocupadas por patios de viviendas y en otras por los accesos a los botes (embarcaderos) (Fotos 8 y 9).



Foto 8. Lado húmedo del jarillón en la margen izquierda del Canal del Dique, embarcadero, zona urbana de Soplaviento, detrás del barrio La Loma.



Foto 9. Erosión progresiva sobre el lado húmedo del jarillón de la margen izquierda del Canal del Dique en la zona urbana de Soplaviento, entre el embarcadero y el cruce del ferry.

Al formar parte del intradós de la curva del canal, se favoreció la formación de una isla, que luego con los trabajos de rectificación del canal ha quedado como banco paralelo y cercano a la margen izquierda, lo cual obliga a redireccionar los remolcadores hacia la otra margen, disminuyendo así el efecto erosivo del oleaje producido por los motores.

Como ya se anotó, las inundaciones en Soplaviento como efecto de la gran creciente de 2010, no se dieron por sobrepaso del agua sobre el jarillón del Canal del Dique, sino por rompientes (socavación lateral), en sitios de antiguas bocanas y paleocauces de caños (Mapa 2).

En el sector de Villa Esperanza, se realizaron varios cruces y mediciones de batimetría, registrándose profundidades entre los 9 y 10 metros (finales de la época seca), lo cual deja ver los altos taludes (5 a 6 m) que delimitan el canal, con 1,0 a 2,0 metros desnudos inmediatos a la lámina de agua (foto 10).

Por arriba de dicho talud, se ha mejorado el jarillón central para adecuar la vía carretable a Mahates, y se incrementaron dos metros de altura respecto del talud marginal. De acuerdo con pobladores de la zona, el agua del Canal se mantiene normalmente baja pero en las crecientes periódicas pueden llegar al borde del talud, por lo menos 2 m por debajo del jarillón vial actual (foto 11). Para este mejoramiento, se removió y taló la cobertura vegetal sobre la parte alta del talud y cercana a la corona del jarillón.



Foto 10. Talud margen izquierda del canal del Dique frente al terreno de la Invasión o Villa Esperanza. Acceso de pobladores y sitio de socavación.



Foto 11. Borde del talud sobre margen izquierda del canal del Dique frente al terreno de la Invasión o Villa Esperanza, a donde puede llegar el agua de crecientes periódicas.

Dada la época del año, finales de la época de sequía y comienzos de la lluviosa, se supone la presencia de niveles mínimos. Esto se hizo notorio al reportarse el varamiento de un remolcador en el sector de la isla frente a Soplaviento, aguas arriba del paso del ferry; se requirió el tránsito por la parte externa de la curva (margen derecha) presente en ese sitio.

En un primer vistazo de la margen izquierda a lo largo de Villa Esperanza, se observa el alineamiento general, casi recto de la orilla (véase figura 2); sin embargo, en un mayor detalle, la orilla corresponde a taludes de pendientes pronunciadas; hacia la base o más cerca al agua se observan pequeños agujeros y en algunos segmentos con erosión que forma bancos aprovechados por los pobladores para adecuar accesos al canal (baño, recreación y aprovisionamiento de agua no potable para usos domésticos).

Sobre la margen izquierda frente a VE, la ronda del Canal (espacio entre el borde del talud marginal y el jarillón de la vía carretable), se va reduciendo de norte a sur, pasa de un ancho entre los 20 y 25 m a menos de 10 m (foto 12). En general, en la ronda se ubican árboles de trupillo y totumo, sobre los bordes del talud se presenta zarza, con gramalote más abajo; sobre la parte intermedia entre el borde talud y la corona del jarillón vial, se ubican árboles de naranjuelo y uvito, con pastos bajos por lo cual hay pastoreo de ganado vacuno y asnal. En la parte norte, al frente del barrio Siete de Junio, existen cultivos de yuca.



Foto 12. Margen izquierda del canal del Dique frente al terreno de la Invasión o Villa Esperanza. Jarillón recientemente readecuado como vía carretable a Mahates.



Foto 13. Margen izquierda del Canal del Dique, sitio de socavación, aguas abajo de lote de Villa Esperanza, nótese la cercanía del jarillón carretable.

Muy al sur (1,37 km), del área de la Invasión³⁵ o Villa Esperanza, previo a una curva a la izquierda, el canal se amplía, la ronda se reduce a unos 10 m de anchura y se presenta sobre la margen izquierda una zona de socavación (fotos 13 y 14).



Foto 14. Detalle del talud de la margen izquierda del Canal del Dique aguas abajo de Villa Esperanza. Sitio de socavación con descenso de bloques de suelo con cobertura de gramalote.



Foto 15. Jarillón vial hacia San Cristóbal, a la salida del área urbana de Soplaviento. Material blando, que con las primeras lluvias se ha erosionado.

Allí, además del jarillón de la vía, posterior y hacia el playón de la ciénaga, se ubica otro jarillón que también se extiende hacia el sur, cortando la posibilidad de que los chorros o caños³⁶ se conecten con el Canal. Se puede inferir la susceptibilidad a procesos de inestabilidad que amenazan la integridad del terraplén vial en este sitio y podrían facilitar el ingreso de agua desde el Canal del Dique. Muchos de los jarillones recientemente trabajados, presentan costados poco apisonados por lo cual con las primeras lluvias el material se ha puesto blando y presenta ya grietas iniciales de erosión pluvial (foto 15).

Ciénaga de Capote.

Con el fin de evaluar la posible influencia de la ciénaga Capote sobre los terrenos Villa Esperanza, se realizó un recorrido desde la ciénaga hacia el área de evaluación, a través del playón. Inicialmente, el recorrido se realizó desde el borde actual del espejo de agua hasta un cercado intermedio en el playón, con huellas de inundación recurrente (vegetación acuática ya seca enredada en el alambrado). El espejo de agua presentó una faja de buchón (*Eichornia azurea*), luego una franja más ancha de la misma planta, pero ya muy seca y en partes ya quemada por cazadores de tortugas. Allí se presentan caminos y excrementos de ganado.

Si bien el playón es de gran amplitud y con topografía ondulada, se aprecian huellas de inundación y ya en años anteriores se había inundado (1969, 2004 y 2010). La vegetación actual está dominada por arbustos de especies de matorral espinoso (trupillo, zarza, mimosa) y herbáceas propias de playón seco (verbena, tripa de pollo, batatillo, huevos de gato, bulto, verdolaga) lo que indica períodos prolongados de estiajes recurrentes.

El área de Villa Esperanza se ubica entre dos jarillones, el del Canal del Dique (foto 16) y otro paralelo entre un área baja, de préstamo para el jarillón (parte trasera de las viviendas de VE) y el playón de la ciénaga Capote, el cual se encuentra ocupado por ganado en potreros cercados y con corrales cercanos al jarillón. Allí el playón muestra áreas de suelos desnudos cubiertos por una capa blanca, denominado por los baquianos salitre. Esto es consecuente con las mediciones de conductividad del agua de la ciénaga, las cuales oscilaron entre 418 y 439 $\mu\text{S}/\text{cm}$, casi tres veces la del agua del Canal del Dique, 159 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pero menor a la de aguas del chorro o caño colmatado, 928 a 1.056 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

³⁵ Invasión es el nombre por el cual los pobladores y funcionarios de Soplaviento conocen los terrenos donde se ubicaron damnificados de las inundaciones del 2010, lote del proyecto Villa Esperanza.

³⁶ Los chorros son rompientes, son un "accidente" (aunque puede ser construidos para aterrar las ciénagas y ampliar las áreas en pastos) y ciertamente deletéreos porque su conexión con el canal es perpendicular o incluso contra corriente y al entrar en la ciénaga llevan toda la carga de sedimentos; a mediano plazo empeoran la situación pues reducen la capacidad de la ciénaga. Los caños, por el contrario, son parte del sistema y por ser largos y sinuosos retienen todos los sedimentos; sus desembocaduras en el canal son subparalelas y en la dirección del flujo.



Foto 16. Jarillón vial hacia Mahates frente a la Invasión o Villa Esperanza. Acceso de pobladores y sitio de socavación. Se aprecia la leve diferencia de niveles entre la vía y las viviendas.



Foto 17. Jarillón al este del terreno de la Invasión o Villa Esperanza. Sitio de menor altura por apertura para desagüe de bajos en zonas de préstamo (izq.) hacia el playón de la ciénaga Capote (der.).

En este jarillón entre la Invasión y la ciénaga Capote, se presenta un boquete (foto 17), el cual, según los pobladores, es el desagüe de los bajos o zonas de préstamo que acumulan aguas lluvias y que son evacuadas así hacia el playón de la ciénaga Capote (foto 18). Esta situación es considerada normal, sin embargo si la ciénaga crece dicho boquete es tapado. Un poblador de la Invasión señala la conveniencia de instalar unas compuertas de control allí. El jarillón que separa la ciénaga de la población puede ser precario en una situación de niveles altos en la ciénaga. Se podría estudiar la posibilidad de reforzarlo o ampliarlo hacia los lados y eventualmente con mayor altura, dependiendo del estimativo de niveles probables.



Foto 18. Boquete del jarillón este de Villa Esperanza hacia el playón de la ciénaga, con pastoreo de ganado, muy al fondo espejo de agua en final de la sequía (abril 2014).

Hacia el suroeste, zona del área en evaluación, el jarillón perimetral de la ciénaga Capote se extiende más al sur entre el playón de la ciénaga y el Canal, acercándose a éste progresivamente.

Fase III Estudio de riesgos

Determinación de niveles medios máximos del Canal del Dique³⁷

Los análisis presentados en este documento se basan en información adquirida en el IDEAM, correspondiente a valores de *niveles medios diarios* de las estaciones Calamar (29037020) y Gambote Canal del Dique (29037080), cuyas características se presentan en la tabla 3. Las distancias entre las estaciones hidrográficas y el terreno Villa Esperanza, municipio de Soplaviento, son definidas por medio de mediciones sobre imágenes satelitales tomadas de Google Earth correspondientes al año 2012 y asociadas con el abscisado establecido por la Universidad Nacional de Colombia³⁸.

Tabla 3. Estaciones de IDEAM utilizadas para determinación de niveles máximos en el Canal del Dique frente a Villa Esperanza, Soplaviento

codigo	nombre	tipo	categoría	corriente	latitud	longitud	cero de mira (m snm)	abscisa	distancia a Soplaviento (km)	periodo
29037020	Calamar	CON	LM	Magdalena	10°15'14'	74°54'42'	-0,208	K 0+000	35	1971 - 2012
29037080	Gambote Canal del Dique	AUT	LM	Canal del Dique	10°09'44'	75°17'55'	-3,970	K 66+000	31	1977 - 2012

Para el cálculo de los niveles esperados en el Canal del Dique en Calamar y Gambote se realizó un análisis de consistencia de la información de IDEAM. Los registros máximos y mínimos coinciden en las dos estaciones; aunque la estación Gambote presenta un mayor número de años con información incompleta, los niveles medios máximos anuales ordenados de menor a mayor coinciden en 20 años de reporte entre ambas estaciones. Por estas razones, se considera que el acervo de datos es representativo y confiable.

Los análisis probabilísticos de valores extremos no se llevaron a cabo con base en información máxima diaria porque ésta no es suministrada por IDEAM. Se utilizaron los niveles máximos de los diarios promedio de cada año, reportados para las estaciones Calamar y Gambote. Por consiguiente, los resultados obtenidos implícitamente representan la siguiente condición: los datos utilizados provienen de estaciones limnimétricas, las mediciones obtenidas son discretas, las mediciones máximas medias diarias utilizadas no representan los máximos instantáneos de los puntos de medición, los valores extremos son atenuados.

Las distribuciones consideradas para los análisis probabilísticos fueron: *generalizada de valores extremos*, *normal*, *log - normal*, *Pearson*, *log - Pearson* y *Gumbel*. Aunque en las dos estaciones las diferencias entre los valores proyectados de acuerdo con las varias distribuciones son pequeñas, se seleccionaron las proyecciones de la distribución *generalizada de valores extremos* por presentar menores valores de χ^2 (Chi cuadrado).

Las estaciones analizadas se encuentran alejadas del área urbana y Villa Esperanza, Soplaviento, por tanto, se interpolaron los valores obtenidos en forma proporcional a la distancia entre del sitio de interés y las estaciones Calamar y Gambote. Las proyecciones de niveles para diversos intervalos de recurrencia en los tres puntos se presentan en la tabla 4.

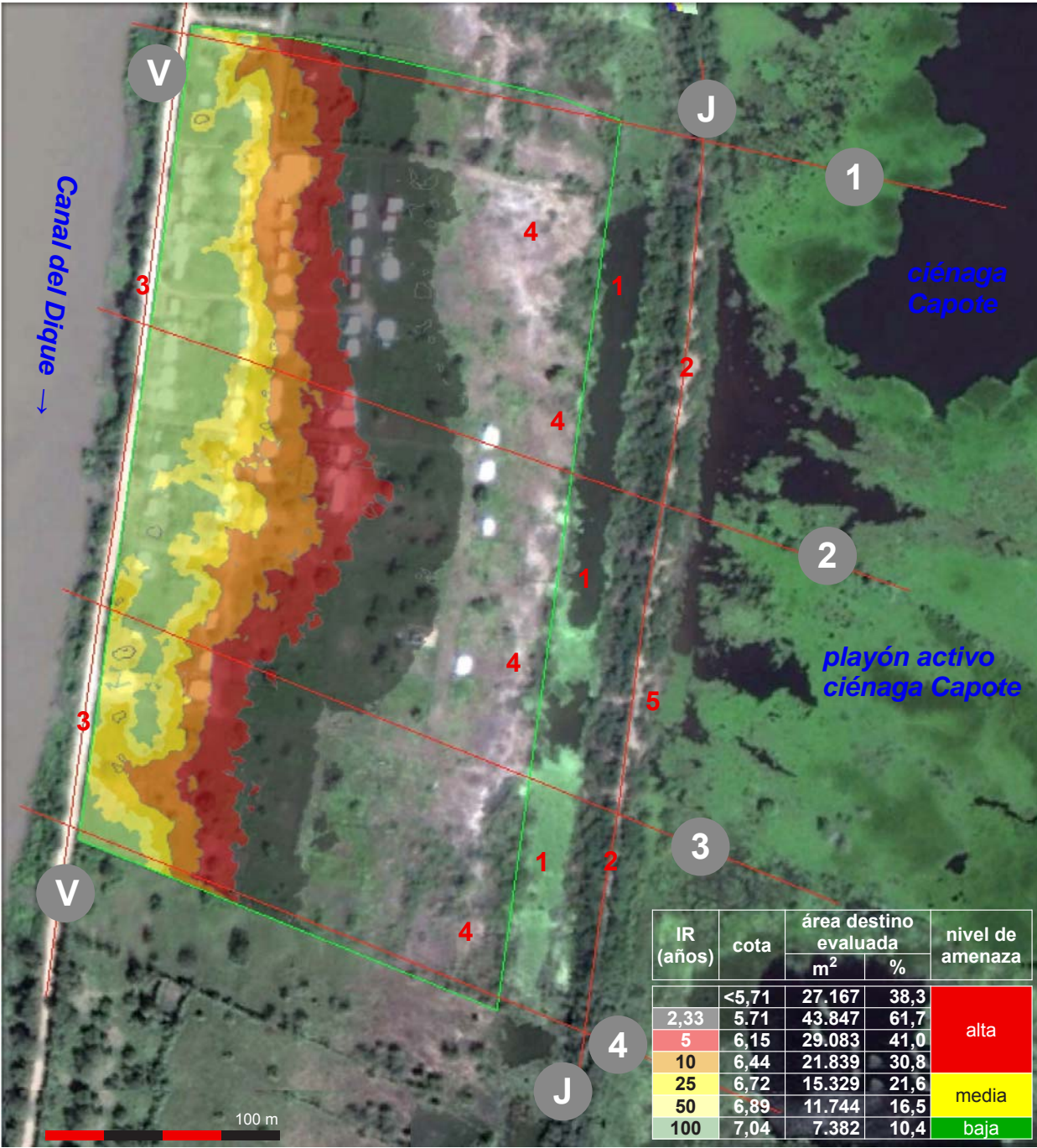
Tabla 4. Niveles proyectados de crecientes con varios intervalos de recurrencia en Calamar, Gambote e interpolación a Villa Esperanza (Soplaviento)

I _R (años)	nivel de creciente Canal del Dique (m)		
	Calamar	Gambote	Villa Esperanza
2,33	7,93	3,74	5,71
5	8,49	4,08	6,15
10	8,8	4,34	6,44
25	9,06	4,64	6,72
50	9,19	4,85	6,89
100	9,28	5,05	7,04

Las características del área urbana (origen) y del lote Villa Esperanza (destino) con su entorno inmediato en relación con estos niveles se sintetizan en la tabla 5 y se visualizan en los mapas 2. y 3. y en los perfiles de la figura 3.

³⁷ Véase anexo 1. Determinación de niveles medios máximos del Canal del Dique en cercanías al Municipio de Soplaviento - Bolívar. Memorando técnico (Soplaviento - Bolívar). 13 p.

³⁸ Laboratorio de Ensayos Hidráulicos (LEH). 2006. Estudios e investigaciones de las obras de restauración ambiental y de navegación del Canal del Dique. Convenio interadministrativo N° 1 – 0037/05. Laboratorio de Ensayos Hidráulicos (LEH) - Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia – CORMAGDALENA. septiembre de 2006.



Mapa 3. Evaluación de amenaza de inundación, lote Villa Esperanza, Soplaviento, destino de viviendas incluidas en censo **Reunidos** que no pueden ser re-construidas in situ por amenaza media o alta de inundación (véase Mapa 1.). La leyenda muestra: (i) los niveles de crecientes con diferentes intervalos de recurrencia desde 2,33 años hasta 100 años, (ii) las áreas en m² que yacen sobre dichos niveles, (iii) el % en relación con el área total del lote (71.014 m²) y el nivel de amenaza de inundación, definido según criterios establecidos por el FONDO ADAPTACIÓN. La mayor parte del área de Villa Esperanza está por debajo de la creciente centenaria y por tanto con un nivel de amenaza alto; sin embargo, los jarillones vial [3], margen izquierda del Canal del Dique y perimetral de la ciénaga Capote [2] impiden el ingreso de aguas al playón, principal geoforma sobre la cual se ha desarrollado la ciudad, incluso Villa Esperanza. La pendiente general del terreno es hacia el E, en dirección de la ciénaga Capote (véase fig. 5.), pero la protección de los jarillones también impide el drenaje de la escorrentía; ésta se acumula en la base del talud interno del jarillón [2] en un cordón de bajos [1] formados por excavación de materiales de préstamo utilizados para la construcción misma del jarillón perimetral [2]. Esta situación exige a los pobladores la apertura de boquetes para drenar el terreno, pero a su vez permite el ingreso de agua de la ciénaga durante las crecientes. La construcción del jarillón oriental [2] disectó el playón y dió origen a una sequía artificial permanente y creciente de los suelos del lado interno, en el lindero oriental del lote; este fenómeno se manifiesta en la faja grisácea [4], un *playón salino* por acumulación de sales y afloramiento de la *cuña salina*, en el sector más bajo del lote. La existencia de esta faja atestigua la ausencia prolongada de inundación: las aguas del canal del Dique son frenadas por el terraplén vial [3], las de la ciénaga por el jarillón oriental [2] y los bajos [1] recogen la escorrentía local. Los perfiles transversales 1 a 4 y longitudinales J y V, subrayan la dinámica general del drenaje y la persistencia de la sequía en Villa Esperanza.

Tabla 5. Evaluación de grado de amenaza de inundación del terreno para el desarrollo urbano Villa Esperanza en Soplaviento, Bolívar¹

IR (años)	nivel de creciente Canal del Dique (m)		cotas terraplén vial O (Canal del Dique)				cotas terraplén E (ciénaga Capote)				Villa Esperanza				amenaza de inundación en Villa Esperanza	
	este estudio	H-GC ²	pié del talud		cresta		pié del talud		cresta		cota mínima	cota máxima	cota media	área (m ²) sobre cota de creciente	% área	grado
			húmedo ³	seco ⁴	mínima	máxima	húmedo ³	seco ⁴	mínima	máxima						
100	7,04	6,7												7.382	10,4	baja
50	6,89	—												11.744	16,5	media
25	6,72	—												15.329	21,6	
10	6,44	—	3,5	5,47	7,06	8,32	5,54	5,77	6,78	9,03	5,22	7,57	6,38	21.839	30,8	alta
5	6,15	—												29.083	41,0	
2,33	5,71	—												43.847	61,7	

¹ los valores de niveles y cotas se expresan en m sobre el nivel medio del mar, sistema Magna Sirgas

² H-GC = Consorcio Dique HaskoningDHV-Gómez Cajiao. Tomado de Nivel de diseño a la altura de Soplaviento (km 35), HasskoningDHV Nederland B.V. 05.03.2014. 5. Results of inundation analysis. AM-AF20140054.Client Confidential 7pp (pp 12-18).

³ cota más baja a lo largo del tramo colindante con Villa Esperanza, medida del lado *húmedo* del terraplén o jarillón; es decir, del lado del canal o de la ciénaga, según el caso

⁴ cota más baja a lo largo del tramo colindante con Villa Esperanza, medida del lado *seco* del terraplén o jarillón; es decir, del lado del lote

El lote Villa Esperanza no es plano, presenta doble pendiente: hacia el S, en la dirección del flujo del Canal del Dique y hacia el E, la ciénaga Capote, como quiera que hace parte de un antiguo playón, disectado por las excavaciones de rectificación del canal en los años 1980. La escorrentía se concentra en los bajos orientales aledaños al jarillón E. La mayor diferencia en altitud dentro del terreno es 2,35 m; el área más alta yace 0,53 m sobre el nivel esperado de la creciente centenaria calculada por este estudio (Anexo 1., véase apostilla³³), esta área es 89,6% del área del lote. El área más baja es 61,7% del total y está 0,49 m bajo el nivel esperado de crecientes frecuentes ($I_R = 2,33$ años); véanse mapas 3. y 4.

Estas características están además limitadas por la existencia de los jarillones oriental (perimetral de la ciénaga Capote) y occidental (vía carretable a Mahates), cuyas cotas mínimas están por encima de los niveles esperados de la creciente centenaria³⁹, véase figura 3.

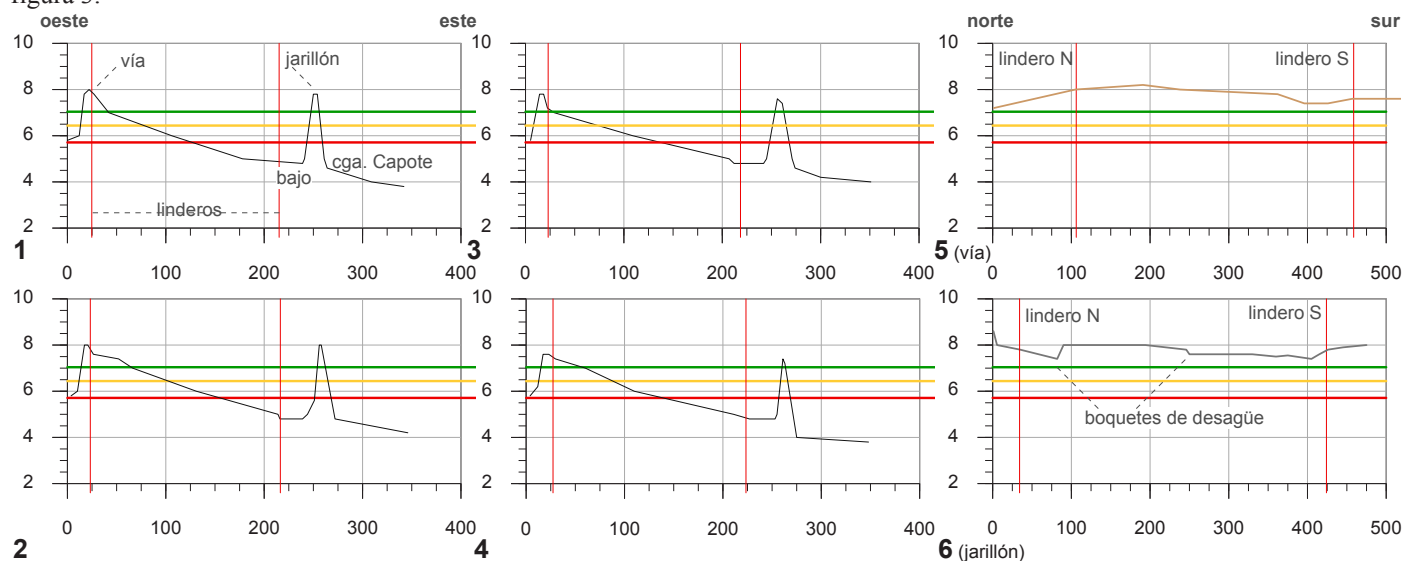


Figura 3. Perfiles O – E desde la margen izquierda del Canal del Dique hasta la ciénaga Capote, a la altura del lote Villa Esperanza (gráficas 1. a 4.) y de los jarillones vial (gráfica 5.) y perimetral de la ciénaga (gráfica 6), éstos en dirección N - S. Las líneas verde, amarilla y roja corresponden a los niveles esperados de crecientes con intervalos de recurrencia de 100, 10 y 2,33 años, respectivamente, i. e., con amenazas de inundación *baja*, *media* y *alta*. Los picos de los perfiles 1. a 4. corresponden a las crestas del terraplén vial y del jarillón de la ciénaga Capote; los valles inmediatamente antes a éste son los bajos (zonas de préstamo). La ubicación de los transectos para los perfiles se muestran en el mapa 3. La protección brindada al lote por los jarillones de la vía a Mahates y en especial por el jarillón de la ciénaga Capote, es evidente en las dos gráficas de la derecha, ambos perfiles están por encima de la creciente centenaria.

³⁹ La cota mínima del jarillón oriental yace 0,26 m por debajo del nivel de la creciente centenaria, pero es un boquete abierto por los vecinos para drenar las aguas lluvias hacia la ciénaga y éste es obturado durante las crecientes, cuando la ciénaga sube de nivel. Véanse fotos 17 y 18.

Es evidente que estos condicionantes aislan el 100% del área de Villa Esperanza de las crecientes centenarias estimadas por este estudio. Sin embargo, el actual estado precario de los terraplenes, en particular el del jarillón carreteable a Mahates, con señales de erosión pluvial incipiente y socavamiento en varios puntos del talud húmedo (véase fotografías 9 a 11), reduce substancialmente esta garantía.

Conviene además tener en cuenta que los terraplenes pueden además deteriorarse por efecto del oleaje producido por el paso de embarcaciones o como consecuencia de los aumentos de los niveles del agua por efecto *fetch* durante las temporadas de vientos, v. gr. vientos Alisios del N o vientos de precesión del equinoccio de otoño boreal (agosto - septiembre) sobre el Guajaro y las ciénagas al N de Soplaviento, determina la erosión y deriva sobre las orillas por la alzada y choque de la columna de agua⁴⁰.

Diseños para manejo de amenaza y reducción de la vulnerabilidad

Respecto al terreno de Villa Esperanza, se debe tener en cuenta la existencia de los bajos en las zonas de préstamo para el jarillón perimetral de la ciénaga Capote y su nivel de inundación, así como el paso de desagüe de estos bajos hacia el playón de la ciénaga, el cual es abierto o cerrado por los vecinos, según la diferencia de niveles con la ciénaga Capote. Este manejo es inconveniente, puede llegar a depender del capricho de vecinos y ser causa de inundaciones inesperadas por negligencia u olvido de quienes debían obturar el boquete. Se recomienda: (i) recolectar las aguas lluvias del lote Villa Esperanza en canales abiertos siguiendo la pendiente general del terreno, hacia la zona de bajos, facilitar el drenaje de los éstos mediante rectificación de la pendiente hacia al S, no menos de 50 m aguas abajo de Villa Esperanza y (iii) poner una compuerta automática (compuerta de chapaleta o charnela) para desaguar hacia la ciénaga y así evitar que el manejo y operación sea en cabeza de pobladores y origen de discordias.

Igualmente, se debe considerar establecer una ronda entre las viviendas y el borde de esos bajos, controlar la disposición de basuras y el vertimiento de aguas residuales a los mismos. La zona de bajos rehabilitada puede ser objeto de tratamiento paisajístico: siembra de vegetación para proteger los taludes -del bajo y del jarillón, trazado de senderos peatonales a lo largo del lindero con Villa Esperanza o paralelos a éste e integrados a zonas de juegos infantiles y así constituirse en una alternativa al uso del Canal del Dique para tales propósitos como ocurre actualmente con los pobladores de La Invasión y vecinos del barrio Siete de Junio aledaño al lindero N aguas arriba.

El jarillón que separa la ciénaga de la población puede ser debilitarse en una situación de niveles altos en la ciénaga. Se recomienda su refuerzo, la ampliación lateral de la base hacia y realce en los puntos bajos, y cierre permanente del boquete de desagüe.

Normalmente los jarillones se conforman con el material disponible cerca del sitio, generalmente del dragado de los cauces aledaños, para reducir costos de transporte. Estos materiales pueden no ser idóneos, como parece ser el caso del terraplén vial a Mahates, por tanto es fundamental el tratamiento de acuerdo con su comportamiento y para la protección ante procesos de erosión se recurre a la colocación de coberturas.

El material del jarillón occidental parece que no fue bien compactado, por lo menos en lo que se aprecia en la cara del talud. Para mejorar el material se podrían considerar las siguientes posibilidades:

- remover el material del talud del jarillón, en un espesor de 0,5 a 1 m, dejando un escalonamiento de 0,3 m de altura de contrahuella y reemplazarlo por arcilla compactada de por lo menos 1 m de espesor, finalmente cubrir la cara del talud con vegetación, se recomienda el uso de especies de alta capacidad de macollamiento y cobertura, e. g.: gramalote (*Paspalum* sp).
- tratar el material con inyecciones de productos químicos que lo aglomeren e incrementen su resistencia a la erosión, en el mercado ofrecen varios de éstos productos, por ejemplo los aceites sulfonados.
- remover el material del talud, mezclar el material removido con cemento o cal y colocarlo nuevamente en el talud, en capas compactadas.
- remover el material del talud y colocarlo nuevamente confinado con geotextiles, a manera de tierra armada.
- si el material fue compactado, pero la superficie permanece suelta, se podría recurrir a colocar cespiones de pasto y barreras vivas: del lado húmedo del terraplén, e. g.: chichatú (*Muntingia calabura*), jobo (*Spondias mombin*), guadua (*Guadua angustifolia*), sauce (*Salix humboldtiana*), mimbre (*Tessaria integrifolia*); del lado seco, e. g.: matarratón (*Gliricidia sepium*), caña brava (*Gynerium* sp).

⁴⁰ *Fetch* es el aumento del nivel del agua a sotavento de una superficie de agua cuando soplan vientos fuertes durante períodos prolongados, desde varias horas a días, a lo largo de superficies de agua someras. Posiblemente el nombre Soplaviento dado a la ciudad, derive de este efecto.

Riesgo y factor de seguridad

El riesgo significativo para el lote donde se va a construir el programa de vivienda, consiste en un aumento del nivel de aguas por encima del nivel definido para el piso de las unidades habitacionales.

En términos estadísticos se habla del *nivel de riesgo* (J), como la probabilidad de que se presente, dentro de un determinado período (N) de años, un evento de magnitud igual o mayor a un valor dado (expresado en términos de período de retorno o intervalo de recurrencia, I_R). La expresión matemática, según Poisson, es la diferencia entre el valor de la unidad y la probabilidad de ocurrencia de dicho fenómeno en un año cualquiera.

Al considerar que existe un proyecto con el propósito de implementar un sistema de control de niveles de agua a la entrada del Canal del Dique, dependiendo del cumplimiento o no de la agenda del mismo se esperarían dos escenarios alternativos: (1) Agenda cumplida, se tendría un período de 5 años con el riesgo de que los niveles suban a la cota con $I_R = 100$ años ($N = 5$ años); de ahí en adelante el riesgo desaparecería, (2) Agenda no cumplida – es decir que no se construyan las obras de control de niveles – el Canal del Dique seguiría funcionando libremente y en tal caso se correría el riesgo de que la creciente con $I_R = 100$ años se presente (en este caso $N = 100$ años). Así, los niveles de riesgos asumidos serían de 5% y 63% respectivamente.

Teniendo en cuenta que para los cálculos anteriores pueden haberse presentado dos tipos de errores (i) errores en la medición topográfica, 1 a 3 cm, de acuerdo con el sistema de levantamiento empleado y (ii) errores en los registros de niveles de agua, 1 a 3 cm, si se hacen por observación visual, y aunque normalmente, estos dos tipos de errores tienden a contrarrestarse, se considera aconsejable determinar una cota de piso superior a la calculada matemáticamente mediante el análisis estadístico para $I_R = 100$ años.

Para tener un mayor margen de seguridad y minimizar el riesgo, se suman y por dicha razón se recomienda que el nivel del piso de las viviendas esté al menos 6 cm por encima de la cota calculada para el nivel de aguas con un período de retorno de 100 años, es decir, 7,04 cm + 6 cm = 7,10 cm. Si se quisiera tener un mayor margen de seguridad, el nivel dado por $I_R = 100$ años podría ser realizado aún más de los 6 cm recomendados, de manera arbitraria y dentro de los alcances del presupuesto económico del proyecto.

Conclusión

Consideraciones legales y de normatividad

El lote del proyecto Villa Esperanza, es propiedad del municipio de Soplaviento, según Escritura N° 64 del 24 de septiembre de 2013 de la Notaría Única de San Estanislao de Kostka (Bolívar) y su destino es la construcción de viviendas para alojar damnificados de la emergencia invernal del evento La Niña 2010-2011.

De acuerdo con el EOT, el complejo cenagoso Capote, El Tupe y Zarzal es área de reserva y protección del municipio e incluye el playón, cuyo límite actual es el jarillón oriental, adyacente a los bajos dejados por las zonas de préstamo, colindantes con el lote de Villa Esperanza. La faja real tiene una anchura 27,4 m, menor a los 30 m establecidos en el EOT.

La ronda hídrica del Canal de Dique, según el EOT, debe tener un anchura de 30 m; la actual, frente al lote de VE, es muy angosta (entre 8 y 25 m), hacia el S, el canal toma una dirección SO, se separa de la planicie y la anchura aumenta de 25,8 a 33,6 m.

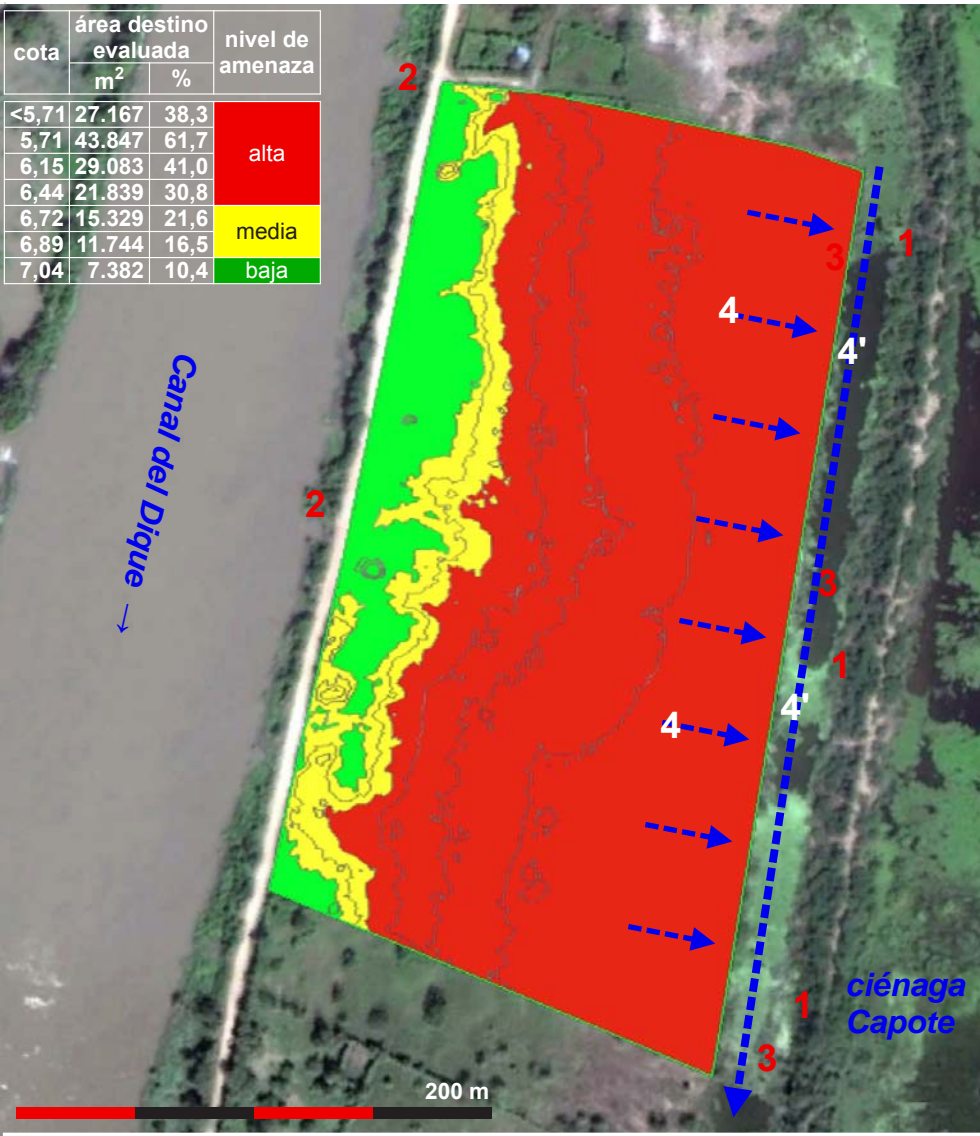
Desde el punto de vista social, el lote fue inicialmente invadido por damnificados de inundaciones, quienes recibieron albergues temporales, aún hoy existentes. Sin embargo, tal como lo muestran imágenes históricas, se dieron acciones de invasión, por lo cual hoy se ubican diferentes tipos de viviendas, lo cual puede traer problemas de tipo legal (v. gr., desalojo, demandas por pago de mejoras...)

Aspectos físicos e hidrológicos

Desde el punto de vista físico e hidrológico, la cartografía actualizada⁴¹, muestran el lote de Villa Esperanza con cotas entre 5,22 y 7,57 m (tablas 4. y 5.). La cota de máxima creciente (período de retorno $I_R = 100$ años, de 7,04 m), inundaría casi el 90% del lote, véase mapa 4.

⁴¹ Por recomendación de la Interventoría y de común acuerdo con COMFENALCO y el FONDO ADAPTACIÓN, los niveles de creciente proyectados por este análisis (tablas 4. y 5.) se incorporaron a la cartografía LIDAR suministrada a este consultor por el CONSORCIO DIQUE.

cota	área destino evaluada		nivel de amenaza
	m²	%	
<5,71	27.167	38,3	alta
5,71	43.847	61,7	
6,15	29.083	41,0	
6,44	21.839	30,8	media
6,72	15.329	21,6	
6,89	11.744	16,5	baja
7,04	7.382	10,4	



Mapa 4. Calificación de nivel de amenaza de inundación del lote Villa Esperanza (Soplaviento), considerando sólo los niveles del terreno en relación con crecientes con diferentes I_R , detalles en la tabla 5. Los niveles, áreas y porcentajes y sus respectivas calificaciones se muestran en el recuadro. Esta figura es realmente una simplificación del mapa 3., integra los 6 intervalos de recurrencia a 3 niveles de amenaza. Las líneas oscuras entre las fajas corresponden a las cotas de creciente de diferentes I_R (véase recuadro). Amenaza se reduce a **nivel bajo** mediante mejoramiento y conservación de los taludes del terraplén vial [2] y perimetral de la ciénaga Capote [1]. El área de Villa Esperanza no está incluida dentro del perímetro urbano actual de Soplaviento ni está en la propuesta Ajustes al EOT 2010 que no ha sido aún presentada al Concejo Municipal para su análisis y eventual aprobación. Por tanto, se recomienda la revisión de estos ajustes para incluir el sector Villa Esperanza; igualmente, se recomienda ampliar el área de expansión urbana para uso agroindustrial (NE del casco urbano actual) a mixto que incluya residencial vis y comercial y extenderla desde el perímetro actual hasta Las Mestizas, en la faja entre el terraplén del Canal del Dique y el de la carrera 6ª. Villa Esperanza tampoco cumple con la normativa sobre retiros en rondas hídricas, tanto de la ciénaga Capote [1], como del Canal del Dique [2]. Las condiciones actuales son artificiales, debido a la presencia de los jarillones occidental y oriental; éstos fueron construidos y son mantenidos por el ente territorial (Gobierno de Soplaviento o de Bolívar) con la aprobación tácita o explícita de la autoridad ambiental (CARDIQUE o CORMAGDALENA) y constituyen los reales límites del lecho mayor del río; aún así, los terrenos habilitados para construcción o construidos, están ubicados a menos de 30 m del límite (en este caso los jarillones O y E). Si tales terrenos se incorporan al perímetro urbano, la ronda hídrica puede ser redefinida por el ente territorial en concordancia con delineamientos de la CARDIQUE y por tanto pueden ser menores y así legalizar la irregular situación actual. Los bajos [3], si bien son un hábitat artificial, pueden desempeñar un papel importante -positivo o negativo- en la nueva comunidad, en función del uso que se de a ellos. Actualmente son depósito de basuras, almacenan aguas de escorrentía que permanecen estancadas. Se recomienda construir drenajes pluviales de Villa Esperanza (— — — flechas azules) que descarguen en los bajos y rectificar la pendiente de éstos para que el drenaje sea en dirección sur, alejados de Villa Esperanza.

viento o de Bolívar) con la aprobación tácita o explícita de la autoridad ambiental (CARDIQUE o CORMAGDALENA) y constituyen los reales límites del lecho mayor del río; aún así, los terrenos habilitados para construcción o construidos, están ubicados a menos de 30 m del límite (en este caso los jarillones O y E). Si tales terrenos se incorporan al perímetro urbano, la ronda hídrica puede ser redefinida por el ente territorial en concordancia con delineamientos de la CARDIQUE y por tanto pueden ser menores y así legalizar la irregular

situación actual. Los bajos [3], si bien son un hábitat artificial, pueden desempeñar un papel importante -positivo o negativo- en la nueva comunidad, en función del uso que se de a ellos. Actualmente son depósito de basuras, almacenan aguas de escorrentía que permanecen estancadas. Se recomienda construir drenajes pluviales de Villa Esperanza (— — — flechas azules) que descarguen en los bajos y rectificar la pendiente de éstos para que el drenaje sea en dirección sur, alejados de Villa Esperanza.

Sin embargo, la existencia de jarillón, recientemente mejorado para carretable a Mahates, cuya cresta actual varía entre 7,06 y - 8,32 m impediría la llegada al lote VE de dicha creciente máxima. Es necesario anotar que la diferencia entre cota de creciente máxima y cota mínima del jarillón es de solo 2 cm, es necesario el mejoramiento, mayor realce, con material adecuado, compactado y con empedrado de los taludes. Si se considera la cota de la creciente centenaria frente a Soplaviento como 6,7 m, tal como fue calculada por el CONSORCIO DIQUE, no habría inundación en el sector del lote de Villa Esperanza. Igualmente, si la cota de creciente en la ciénaga Capote es de 6,18 (estimada por el CONSORCIO DIQUE) y dado que el punto más bajo de la cresta del jarillón oriental yace a 6,78 no se tendrían áreas de inundación por crecientes de la ciénaga.

El lote (Mapas 3. y 4.) presenta una pendiente general < 2% hacia el sudeste; las aguas de escorrentía se acumulan en los bajos dejados por las zonas de préstamo de materiales; este depósito drena parcial e imperfectamente hacia la ciénaga por un boquete del jarillón. Se recomienda la conexión de los bajos y la rectificación de la pendiente hacia el sur para desaguar hacia el playón de la

ciénaga Capote en un punto distante del lote mediante una compuerta automática (véase mapa 4.).

No obstante los refuerzos y mejoras recientes del jarillón vial, se detectaron problemas de erosión y socavamiento que pueden ser exacerbados por crecientes menores ($I_R < 10$ años). Se recomienda mejorar la compactación y proteger los taludes húmedo y seco mediante siembra de vegetación y así contrarrestar el efecto del oleaje de embaraciones y los vientos.

Luis Carlos García Lozano

Ecólogo, PhD

Miguel Ángel Díaz Rubiano

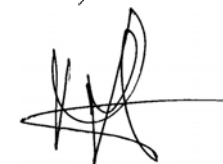
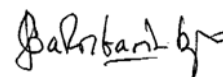
Biólogo, Esp. Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente

David Puerta Zuluaga

Ing. Civil, MSc Hidráulica, matrícula N° 5492 CND

Mónica María Toro Uribe

Ing. Sistemas



Medellín, mayo 22 de 2014, revisado septiembre 14 de 2015.

Anexos

Anexo 1. Determinación de niveles medios máximos del Canal del Dique en cercanías del Municipio de Soplaviento - Bolívar. Memorando técnico (Soplaviento - Bolivar). 13 p.

Anexo 2. Análisis espacio temporal geomorfológico entre los municipios de Soplaviento y San Cristóbal, en el marco del proyecto: Soplaviento: evaluación de amenaza de inundación de casco urbano y de terreno para reubicación de vivienda. Neotrópicops, mayo, 2014. (Incluye archivos cartográficos digitales)

Anexo 3. Cartografía EAI Soplaviento 2014 (sólo en archivos digitales)

- recomendación tentativa sobre viabilidad del terreno para desarrollo urbano según criterios de FA

Ya se revisaron estos comentarios y correcciones al texto anterior.

Dejo apartes resaltados para ver comentarios y preguntas al margen, así como las respuestas o comentarios. [revisado y acogidos 16.05.2014, 2:42 am]

El área en evaluación se ubica entre dos jarillones, el del Canal del Dique y otro paralelo entre un área baja, de préstamo para el jarillón (parte trasera de las viviendas) y el playón de la ciénaga Capote, el cual se encuentra ocupado por ganado en potreros cercados y con corrales cercanos al jarillón. Allí el playón muestra áreas de suelos desnudos cubiertos por una capa blanca, denominado por los baquianos salitre.

En este jarillón entre la invasión y la ciénaga Capote, se presenta un declive o boquete, el cual según los pobladores, es el desagüe de los bajos o zonas de préstamo que acumulan aguas lluvias y que son evacuadas así hacia el playón de la ciénaga Capote. Esta situación es la considerada normal. Sin embargo, si el nivel de la ciénaga sube, dicho boquete se cierra. Un poblador de la invasión señala la conveniencia de instalar compuertas en este punto.

Hacia aguas abajo de este municipio, se ubican otros chorros o caños, entre ellos el de Mate o Mahate, por el cual entra agua también a la ciénaga Capote. Hoy (abril, 2014) estos chorros o caños rompientes se encuentran obturados/cerrados/taponados fragmentados por la construcción de los terraplenes viales; tomaron agua durante las aguas altas de la creciente del evento Niña 2010-2011 (1,20 a 1,30 m en las huellas de inundación en árboles del jarillón), pero luego han quedado con aguas residuales y el drenaje de aguas lluvias, conforman pozas con abundantes macrófitas acuáticas que han reducido los espejos de agua, aunque los jarillones son altos, 2 a 3 m sobre el nivel del suelo, la presencia de enea (*Thypha* sp) de más de 4 a 6 metros de alto en largos tramos, indican un estado avanzado de colmatación.

Actualmente la población [¿el casco urbano de Soplaviento?] está encerrada por sendos jarillones altos, conformando secciones, hacia el este se conformaron áreas de acumulación de aguas lluvias, con un declive o boquete que lleva hacia el playón de la ciénaga Capote. Allí llegan aguas conducidas por algunos canales ¿de drenaje? a cielo abierto en la zona urbana.

Dada la época del año, finales de la época de sequía y comienzos de la lluviosa, se supone la presencia de niveles mínimos. Esto se hizo notorio al reportarse el varamiento de un remolcador en el sector de la isla frente a Soplaviento, aguas arriba del paso del ferry, requiriéndose el tránsito por la parte externa de la curva (margen derecha) en ese sitio.

En un primer vistazo, la margen izquierda a lo largo de Villa Esperanza el tramo del área en evaluación, hay un alineamiento general casi recto, sin embargo en un mayor detalle, las orillas presentan agujeros y en algunos segmentos con erosión, aprovechados como sitios de acceso al agua (baño, recreación y sacar agua).

Muy al sur (1,37 km), del área de la Invasión o Villa Esperanza, previo a una curva a la izquierda, el canal se amplía y se presenta sobre la margen izquierda una zona de socavación, reduciéndose la ronda a unos 10 m de ancho. Allí, además del jarillón de la vía, posterior y hacia el playón de la ciénaga se ubica otro jarillón que también se extiende hacia el sur, cortando la posibilidad de que los chorros o caños se conecten con el Canal.

Algunos lotes contienen los albergues (construcciones en láminas de Draiwooll), otros presentan construcciones en desarrollo, hay algunas casas ya construidas en bloques de concreto, otras en madera y bahareque; también se presentan varios lotes vacíos, cubiertos de vegetación, otros no tienen cercas completas y tienen acceso de ganado.

- recomendación tentativa sobre viabilidad del terreno para desarrollo urbano según criterios de FA

Ya se revisaron estos comentarios y correcciones al texto anterior.

Dejo apartes resaltados para ver comentarios y preguntas al margen, así como las respuestas o comentarios. [revisado y acogidos 16.05.2014, 2:42 am]

El área en evaluación se ubica entre dos jarillones, el del Canal del Dique y otro paralelo entre un área baja, de préstamo para el jarillón (parte trasera de las viviendas) y el playón de la ciénaga Capote, el cual se encuentra ocupado por ganado en potreros cercados y con corrales cercanos al jarillón. Allí el playón muestra áreas de suelos desnudos cubiertos por una capa blanca, denominado por los baquianos salitre.

En este jarillón entre la invasión y la ciénaga Capote, se presenta un declive o boquete, el cual según los pobladores, es el desagüe de los bajos o zonas de préstamo que acumulan aguas lluvias y que son evacuadas así hacia el playón de la ciénaga Capote. Esta situación es la considerada normal. Sin embargo, si el nivel de la ciénaga sube, dicho boquete se cierra. Un poblador de la invasión señala la conveniencia de instalar compuertas en este punto.

Hacia aguas abajo de este municipio, se ubican otros chorros o caños, entre ellos el de Mate o Mahate, por el cual entra agua también a la ciénaga Capote. Hoy (abril, 2014) estos chorros o caños rompientes se encuentran obturados/cerrados/taponados fragmentados por la construcción de los terraplenes viales; tomaron agua durante las aguas altas de la creciente del evento Niña 2010-2011 (1,20 a 1,30 m en las huellas de inundación en árboles del jarillón), pero luego han quedado con aguas residuales y el drenaje de aguas lluvias, conforman pozas con abundantes macrófitas acuáticas que han reducido los espejos de agua, aunque los jarillones son altos, 2 a 3 m sobre el nivel del suelo, la presencia de enea (*Thypha* sp) de más de 4 a 6 metros de alto en largos tramos, indican un estado avanzado de colmatación.

Actualmente la población [¿el casco urbano de Soplaviento?] está encerrada por sendos jarillones altos, conformando secciones, hacia el este se conformaron áreas de acumulación de aguas lluvias, con un declive o boquete que lleva hacia el playón de la ciénaga Capote. Allí llegan aguas conducidas por algunos canales ¿de drenaje? a cielo abierto en la zona urbana.

Dada la época del año, finales de la época de sequía y comienzos de la lluviosa, se supone la presencia de niveles mínimos. Esto se hizo notorio al reportarse el varamiento de un remolcador en el sector de la isla frente a Soplaviento, aguas arriba del paso del ferry, requiriéndose el tránsito por la parte externa de la curva (margen derecha) en ese sitio.

En un primer vistazo, la margen izquierda a lo largo de Villa Esperanza el tramo del área en evaluación, hay un alineamiento general casi recto, sin embargo en un mayor detalle, las orillas presentan agujeros y en algunos segmentos con erosión, aprovechados como sitios de acceso al agua (baño, recreación y sacar agua).

Muy al sur (1,37 km), del área de la Invasión o Villa Esperanza, previo a una curva a la izquierda, el canal se amplía y se presenta sobre la margen izquierda una zona de socavación, reduciéndose la ronda a unos 10 m de ancho. Allí, además del jarillón de la vía, posterior y hacia el playón de la ciénaga se ubica otro jarillón que también se extiende hacia el sur, cortando la posibilidad de que los chorros o caños se conecten con el Canal.

Algunos lotes contienen los albergues (construcciones en láminas de Draiwooll), otros presentan construcciones en desarrollo, hay algunas casas ya construidas en bloques de concreto, otras en madera y bahareque; también se presentan varios lotes vacíos, cubiertos de vegetación, otros no tienen cercas completas y tienen acceso de ganado.

Comentarios de líder comunitario, con conocimientos sobre el proyecto, refiere que muchas de las aproximadas 230 familias que conforman la Invasión, no son elegibles, por lo cual la alcaldía tendrá en contra a esas familias, por tanto, según él, la Alcaldía debe comprar otros terrenos más al sur para desarrollar el proyecto. También anota que el predio donado por la Asociación de Padres, citada en la escritura, no cubre toda la Invasión y pone en duda la existencia de recursos por parte de la Alcaldía y del Fondo de Adaptación.

Este líder también cita que ya se hicieron estudios de suelos y topografía por parte de la Constructora Salgado Pupo.

Metodología para elaboración de la cartografía topográfica

La toma de datos topográficos se llevó a cabo mediante el uso de GPS (de la sigla en inglés sistema global de posicionamiento satelital) de alta precisión (centimétrica) en RTK (navegación cinética satelital en tiempo real, por la sigla en inglés). El sistema de GPS en RTK empleado consta dos GPS: uno estacionario (configurado como *base*) que transmite una corrección por radio y uno móvil (*rover*) utilizado en la toma de datos (este, norte y altura) de puntos localizados en múltiples direcciones y a distancias crecientes de la base. Con la nube de puntos así generada y mediante un software especializado se calcula un MDT (modelo digital de terreno) y se lleva a un SIG (sistema de información geográfica); en este caso se utilizó [Carlson SurvCE](#), los archivos generados en formato Shape y manejados con el SIG [MapGrafix](#).

Se ubica el punto geodésico del IGAC más cercano a la zona a levantar, y en la página del IGAC se descarga el certificado que contiene las coordenadas geográficas del punto y se calculan las coordenadas planas de ese punto

En terreno una vez ubicado el punto del cual se descargo la información de la página del IGAC, se procede a armar la estación base de GPS, nivelando y configurando esta BASE (colocando en función BASE mediante la selección en el menú del equipo el icono de BASE se oprime ok y ya quedo configurada, ESTO ES TONTO ES DE LOGICO QUE EL QUE LA ARMA O LA MONTA DEBE MANEJARLO Y A LA INTERVENTORIA NO LE INTERESAA ESO) La base se configura en modo BASE previa nivelación y montaje sobre el trípode, mediante el botón de encendido y función base y se verifica que este transmitiendo los datos. (Esta debe de ser montada y nivelada sobre el punto exacto del mojón del IGAC)

Después de tener la base ya configurada y encendida, se procede a armar el móvil, y a realizar su debida configuración en el controlador de datos, teniendo en cuenta configurar la altura de la base dentro de sus parámetros, y verificar que los parámetros del GPS Móvil sean los correctos.

Se procede a dar un nombre al archivo que se trabaja en ese día, con los parámetros geodésicos y se hace la conexión del controlador al GPS, y se verifica que de la base se esté recibiendo la corrección de RTK. Se usaron para bautizar los archivos los nombres de los municipios o localidades más un numeral adicional de acuerdo a un consecutivo de toma del mismo sitio en diferente espacio temporal de toma de datos (día diferente, o si se apaga el equipo base se vuelve a configurar y se realiza la toma de datos en un nuevo archivo).

Finalmente se procede a la toma de puntos, en RTK, dichos puntos se pueden llegar a tomar hasta una distancia de 2 km sin problemas, aun que en zonas bastante despejadas de obstáculos en el terreno como son construcciones grandes, zonas muy pobladas de árboles, se puede llegar incluso hasta los 5 km, para las zonas que son mayores a la distancia del alcance del radio de RTK, se realiza la toma de un punto en MODO ESTÁTICO Y SE REALIZA UN post proceso (CALCULO DE LAS COORDENADAS CON PRECISIÓN DE 5MM UTILIZANDO VARIOS PUNTOS DE TOMADOS CON GPS EN MODO ESTÁTICO Y COMBINANDO ESTOS CON LOS DATOS RINEX DEL IGAC, y luego se georeferencia la base y se configura para partir desde dicho punto y desde ese lugar se logran tomar los puntos más lejanos; si se requiere tomar puntos que están fuera del alcance de la base, se procede a repetir el mismo procedimiento de post proceso y georeferenciar un punto. Para el Post proceso se utilizan mínimo tres puntos y el archivo Rinex de la información de GPS del IGAC, este archivo se descarga un día después de la toma de los datos, no está disponible el mismo día de toma. Al combinar los datos de cada punto en modo estático (GPS BASE fijo en un mismo punto mínimo 2 horas) y el archivo Rinex de toma de datos de 24 horas en el mismo punto, y procesarlas con el software de Postproceso (existen varios en el mercado y se utiliza siempre el que ofrece el vendedor de los equipos de GPS generalmente incluido en el costo, aunque en algunas empresas los venden por separado y no lo suministran dentro del paquete de compra). Una vez realizado este post proceso se utiliza este punto que se georeferenció con sus coordenadas planas correspondientes para ser utilizado como BASE.

Los puntos tomados se utilizan como puntos de diferencia de nivel de terreno para generar un MDT NO SON PUNTOS ALEATORIOS SINO EN CAMBIOS DE PENDIENTE DEL TERRENO A CRITERIO DEL OPERADOR DE GPS y así obtener curvas de

nivel, la presentación final de las curvas de nivel está relacionada con la escala final de nuestro trabajo bien sea si se presenta en forma impresa o digital, para nuestro caso hemos utilizado curvas de nivel cada 25 cm.

Los datos batimétricos no se realizaron con ecosonda conectada al GPS Móvil, para la toma de estos datos se utilizó una cuerda marcada decimetricamente con un peso y se tomó el dato de la coordenada de ese punto agregando en el controlador el valor de la profundidad, para así obtener directamente las tres coordenadas, ese procedimiento de ingresar la profundidad se realiza para cada punto después de tomar la lectura de profundidad se toma la lectura del GPS en RTK.

Los datos enviados al cartógrafo son los datos brutos del GPS en archivos rw5, junto con los datos en txt, y dwg, estos datos se procesan y se convierten para ser montados en el Map Grafix y realizar el MDT, estos datos los monta una vez sean levantados en su totalidad debido a que se debe generar todo un proceso dispendioso en el Map Grafix. Los datos no generados en campo como cartografía se digitalizó, se georreferencian las planchas y se dibuja sobre las planchas en formato tiff directamente en el SIG Map Grafix y algunas en Autocad, las de autocad se importan y se agregan al Map Grafix.

